Nutrição aplicada à saúde e ao esporte

Nutrição aplicada à saúde e ao esporte

Glenys Mabel Caballero Córdoba

Sumário

Palavras do autor

Sem dúvida a Nutrição aplicada à saúde e ao esporte tem sido assunto de debate nas últimas décadas e nada mais justo que um assunto tão apaixonante, além de desafiador, seja o nome de uma disciplina que prepara graduandos do curso de Educação Física para aplicar os conhecimentos da ciência da nutrição na promoção da saúde, da qualidade de vida e a melhora do desempenho de praticantes de atividade física e atletas.

Os atletas são conscientes do importante papel da nutrição nos períodos de treinamento e competição, uma vez que existem evidências claras que os bons hábitos alimentares além de beneficiar a saúde, são também um recurso inegável que melhora a capacidade do indivíduo para realizar exercícios físicos. Mesmo assim a desinformação nesta área tem ocasionado muitas vezes um clima de confusão e gerado a disseminação de mitos que defendem práticas nutricionais completamente equivocadas e questionáveis, as quais podem ser perigosas para a saúde humana.

As pesquisas nesse campo progridem com grande velocidade e novos achados substituem os conhecimentos do passado, portanto o progresso científico atinge dimensões que desafiam os estudantes e profissionais da Educação Física na árdua tarefa de estar constantemente aprendendo a aprender.

Esta obra composta de quatro unidades pretende levá-lo a compreender os conteúdos a seguir: conceitos básicos de nutrição e saúde, atividades intermitentes, avaliação nutricional, mecanismos ergogênicos da hidratação, macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) , micronutrientes (vitaminas hidrossolúveis, vitaminas lipossolúveis e minerais), recursos ergogênicos nutricionais, farmacológicos e genéticos, aspectos da nutrição aplicada ao desempenho esportivo e nutrição funcional na prática esportiva.

Lembramos você que todos os assuntos que serão tratados precisam do conhecimento prévio de disciplinas como anatomia, fisiologia do exercício, bioquímica, dentre outras.

Agora convidamos você a estudarmos e aprendermos juntos todo este conteúdo fascinante.

Alimentação, nutrição e atividades intermitentes

Convite ao estudo

Prezado aluno!

A primeira unidade intitulada "Alimentação, nutrição e atividades intermitentes", abordará os três temas a seguir: nutrição e saúde: conceitos básicos, atividades intermitentes e avaliação do estado nutricional. No final desta unidade o aluno estará apto a entender como a nutrição e a alimentação saudável podem influenciar a capacidade de realizar exercícios e promover saúde. Ficará claro que contrariando muitos mitos, crenças e modismos, o êxito no esporte e na saúde não se encontra embalado em pequenos envelopes e cápsulas que contêm poções mágicas para melhorar a saúde de praticantes de atividade física e atletas.

Para tornar mais fácil e eficiente a apreensão dos conteúdos, apresentaremos a você a aluna do sétimo período do curso de graduação de Educação Física, chamada Selma. Ela é uma apaixonada pelo tema nutrição aplicada à saúde e ao esporte com ênfase no futebol. Selma precisa fazer a preparatória para o concurso promovido pelo Comité Olímpico Internacional (COI), que realizará a seleção de 20 candidatos voluntários para as próximas Olimpíadas. O processo seletivo contará com duas fases. Na primeira os candidatos deverão realizar uma avaliação escrita e na qual serão cobrados os conhecimentos básicos de nutrição e saúde. Na segunda fase os candidatos aprovados na avaliação escrita passarão por uma entrevista com o objetivo de verificar as habilidades e competências dos candidatos para a aplicação prática dos conhecimentos na execução de ações de atenção à saúde de atletas.

Analisando essa situação, você é capaz de listar quais são os tópicos mais relevantes que Selma deverá estudar para conquistar a desejada vaga?

Para ajudar Selma nessa difícil e recompensadora tarefa, convidamos você a utilizar a melhor ferramenta que um estudante pode ter para ser vitorioso na vida profissional de educador físico: o estudo. Não temos dúvida de que o aprendizado é algo que alcançamos com nossas rotinas de estudo, que devem ser diárias e organizadas.

Seção 1.1

Nutrição e saúde: conceitos básicos

Diálogo aberto

Recapitulando o desafio enfrentado pela Selma no "convite ao estudo", o próximo passo que ela seguiu foi acessar a homepage do COI e ler o edital do processo seletivo para os candidatos voluntários da próxima Olimpíada. Na leitura do edital, Selma se deparou com uma lista de assuntos e conceitos importantes que precisam ser estudados, compreendidos e aplicados para ser vitoriosa. O simples ato de comer adquiriu outro significado para ela, quando associado à atividade física e ao desempenho esportivo. De imediato Selma se fez as seguintes perguntas que podem ser decisivas na conquista da vaga: o que constitui uma dieta adequada? Defina balanço energético e como pode ser avaliada a necessidade energética de um jogador de futebol? Como a alimentação e a nutrição contribuem para a melhora da saúde e da qualidade de vida do futebolista?

Com os questionamentos de Selma, daremos início ao estudo do tópico Nutrição e saúde: conceitos básicos.

Na seção *Não pode faltar*, você encontrará de forma detalhada os conteúdos pertinentes a esse tema.

Venham, é hora de estudar!

Não pode faltar

Nesta seção vamos unir forças e estudar bastante para que você possa aprender e diferenciar conceitos básicos em nutrição e saúde, como: dieta adequada, balanço energético, gasto energético basal, gasto calórico, adequação de nutrientes, saúde e qualidade de vida.

É necessário destacar que você como futuro profissional de saúde deverá desenvolver competências e habilidades para atenção à saúde, por meio da compreensão da forma como a nutrição influencia a realização do exercício físico e consequentes efeitos sobre a qualidade de vida das pessoas.

Lembre-se, estudar é um hábito que se aprende e uma vez adquirido, tudo fica mais fácil.

Várias obras mostram a importância que a nutrição tem na prática da atividade física e do esporte. Recomendamos a leitura do livro:

KLINK, Amyr. **Cem dias entre o céu e mar**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 264p.

Este livro relata a travessia do oceano Atlântico, realizada pelo velejador Amir Klink, a bordo do seu barco a remo "Lâmpada Flutuante". No registro da sua façanha esportiva aparece como destaque o planejamento dietético adequado, que foi decisivo no sucesso da sua viagem. Disponível em: <http://lelivros.space/book/baixar-livro-cem-dias-entre-ceu-e-o-maramyr-klink-em-pdf-epub-e-mobi-ou-ler-online/.>. Acesso em: 22 maio 2017.

Uma boa leitura para você e vamos navegar e mergulhar com Amir pelos mares desafiantes de novos conhecimentos.

Introdução

Os fatores que determinam a evolução econômica de uma sociedade, assim como as mudanças que nela se desencadeiam, afetam numerosos aspectos das vidas dos seus indivíduos, como seus hábitos nas ações cotidianas e repetitivas, até modificar significativamente seus costumes e sua forma de vida. As gerações que nos precederam possuem diferenças drásticas em diversos aspectos como: estrutura familiar, práticas de lazer, hábitos alimentares, meios de transporte, moradia, meios de comunicação, aspirações laborais etc. O homem sempre procura rotinas que lhe sejam favoráveis, o que não significa que serão necessariamente saudáveis. Atualmente, as facilidades dos serviços oferecidos a domicílio, o uso de automóveis, o tempo escasso e o próprio desenho das cidades, levam a uma vida sedentária. Esse estilo de vida associado a hábitos alimentares inadequados colocam as pessoas em situação de risco para a saúde e aumentam as chances do surgimento de doenças como a obesidade, diabetes e problemas cardiovasculares, dentre outras.

A população deve estar consciente que uma dieta saudável e a prática de atividade física e/ou esportiva adequada serão determinantes para o bem-estar dos indivíduos. Ambas as práticas, alimentação e atividade física são bases de conhecimento necessárias

para compreender a relação e os efeitos sobre a saúde e a qualidade de vida.

Conceitos básicos

A **alimentação** é importante para a sobrevivência de todos os seres vivos e pode ser conceituada como o ato de ingerir e/ou comer alimentos. Os **alimentos** por sua vez são produtos *in natura* ou industrializados com características sensoriais variadas, compostos por nutrientes que são veiculados nas refeições diariamente.

Os **nutrientes** são substâncias químicas essenciais, que não podem ser sintetizadas em quantidade suficientes pelo organismo humano e são imprescindíveis para a vida, o crescimento e manutenção de tecidos e o bom funcionamento do organismo. Os nutrientes são classificados em água, carboidratos, fibras alimentares, proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais.

A ciência da nutrição estuda os alimentos analisando sua composição química, assim como sua forma de ingestão, digestão, absorção, transporte, utilização, armazenamento e excreção pelo organismo, avaliando os benefícios e prejuízos à saúde humana.

Dieta adequada ou equilibrada

A dieta é constituída por várias substâncias que são ingeridas habitualmente e que permitem manter um bom estado de saúde e capacidade de trabalho. Uma **dieta é adequada** quando, qualitativa e quantitativamente, aporta a energia necessária que permite a manutenção do peso ideal e fornece todas as vitaminas e minerais em quantidades nunca inferiores a 2/3 das recomendações nutricionais.

Na leitura realizada, você percebeu a importância que uma dieta equilibrada tem sobre o balanço energético e como o fornecimento de nutrientes de uma forma adequada influencia a saúde e a qualidade de vida do ser humano. Uma dieta adequada auxilia na manutenção do peso corporal ideal e fornece todos os substratos energéticos que permitem a recuperação muscular e metabólica, após o exercício físico, sendo fundamental para uma vida saudável.

Não pode faltar uma adequação na quantidade de nutrientes fornecidos através da dieta. Vários estudos comprovaram que a restrição de lipídeos na dieta, limitam o rendimento (menos que 15%), porque provoca a diminuição do armazenamento de triglicerídeos intramusculares. Os lipídeos na dieta permitem economizar outros substratos energéticos (carboidratos e proteínas).

Balanço energético (BE), gasto energético basal (GEB) e gasto calórico (GC)

O indivíduo sadio mantém relativamente constante seu peso corporal e o estado de suas reservas energéticas, em função principalmente do seu comportamento alimentar que, se considerado normal, tende a ingerir a mesma quantidade de energia que gasta.

O comportamento alimentar por sua vez depende de um sistema biopsicossocial complexo. O gasto energético cotidiano é a soma de:

1. Gasto energético basal da pessoa em repouso.

2. Gasto energético por atividade, este se relaciona com o trabalho muscular e é extremamente variável.

3. Gasto energético adaptativo, também chamado de termogênese adaptativa, influenciado pela alimentação e genética, porém, pouco importante do ponto de vista quantitativo.

Todas as transformações da energia resultam na produção de calor como produto final. Por esse motivo as unidades de energia mais comumente utilizadas são a caloria (cal) e joule (J). Caloria é definida como o calor necessário para elevar a temperatura de 1 g de água em 1°C, mas como a caloria é uma unidade muito pequena, utiliza-se frequentemente a quilocaloria (1 kcal = 1.000 calorias). Para efeito da equivalência das unidades de medida, 1 KJ é igual a 0,238 kcal e de forma inversa 1 kcal corresponde a 4,2 kJ.

Quando a quantidade de energia necessária deve ser expressa, considerando o peso corporal, a utilização do MET também tem sido bem aceita. MET é o equivalente metabólico definido como a quantidade de calorias consumidas pelo organismo em 1 minuto de uma determinada atividade relativa ao metabolismo basal, o que é igual ao oxigênio consumido pelo corpo em repouso (3,5 ml/kg/min).

A relação ingestão-necessidade energética apresenta três possíveis situações:

1. Balanço ou equilíbrio energético positivo: quando a ingestão excede a necessidade energética, resultando em proporcional aumento do peso corporal.

2. Balanço ou equilíbrio energético negativo: quando a ingestão não atende às necessidades energéticas (déficit energético), ocasionando redução no peso corporal.

3. Balanço ou equilíbrio isoenergético: quando a ingestão e as necessidades energéticas são iguais, portanto, não serão produzidas modificações no peso corporal.

Existe uma variedade de métodos empregados para a determinação da necessidade energética, dentre os quais podem ser destacados: calorimetria direta, calorimetria indireta, água duplamente marcada, sensores de movimentos, frequência cardíaca, registros de recordatórios das atividades realizadas e fórmulas preditivas.

Os métodos de grande precisão são caros e disponíveis apenas em sofisticados centros de pesquisa. Na prática as fórmulas preditivas constituem uma forma mais fácil e barata de estimar o gasto energético. Essas equações no geral consideram parâmetros como: idade, peso, estatura, gênero e massa livre de gordura (MLG). Várias organizações de saúde e do esporte internacional têm desenvolvido suas respectivas fórmulas de cálculo. O Quadro 1.1, mostra as fórmulas para cálculo de requerimento médio estimado de energia para adultos, proposta pelo *Medical American College* e no Quadro 1.2, pode ser visualizada a equação proposta por Cunningham.

Quadro 1.1 | Fórmulas para cálculo de requerimento médio estimado de energia para adultos

FÓRMULAS DE REQUERIMENTO MÉDIO ESTIMADO DE ENERGIA PARA ADULTOS
Homens $RMEE = 662 - 9{,}53 \, X \, Idade \, (anos) \, FAF \, X \, (15{,}9 \, X \, Peso \, (Kg) + 539{,}6 \, X \, Altura \, (m))$
Mulheres $RMEE = 354 - 6{,}91 \, X \, Idade \, (anos) \, FAF \, X \, (9{,}36 \, X \, Peso \, (Kg) + 726 \, X \, Altura \, (m))$
Onde: RMEE = Requerimento médio estimado para energia
FAF = Fator atividade física, referido ao nível de atividade física

Fonte: *Medical American College* (2005).

NAF= Gasto energético total/gasto energético basal

$$FAF = 1{,}0 \text{ se } NAF \geq 1{,}0 \text{ e } \leq 1{,}4 \text{ (sedentário)}$$

$$FAF = 1{,}12 \text{ se } NAF \geq 1{,}4 \text{ e } \leq 1{,}6 \text{ (pouco ativo)}$$

$$FAF = 1,27 \text{ se } NAF \geq 1,6 \text{ e } \leq 1,9 \ (\text{ativo})$$

$$FAF = 1,45 \text{ se } NAF \geq 1,9 \text{ e } \leq 2,5 \ (\text{muito ativo})$$

Quadro 1.2 | Fórmula para cálculo GEB ou gasto energético considerando massa livre de gordura (MLG) ou massa magra corporal

GEDR = 370 + (21,6 x MLG (kg))

Fonte: Cunninghan (1991).

Exemplificando

O componente mais variável do gasto energético é a atividade física, tanto inter quanto intra-indivíduos, fato que torna difícil a estimativa da necessidade energética em atletas. Por exemplo: ciclistas do gênero masculino, adultos, para praticar o esporte a uma velocidade de passeio de 8 km/h, precisam 3,8 Kcal/kg/h, em uma velocidade de competição (14 km/h) em etapa de transição o gasto energético duplica (6 Kcal/kg/h). Em velocidade de 20 Km/h, no qual o ciclista corre contra a marcação do tempo, o gasto calórico médio será de 9,6 Kcal/kg/h. Em estudos realizados em ciclistas do Tour da França, considerado uma das competições de resistência mais difíceis, o gasto energético diário foi de 6.000 a 7.000 Kcal/dia. Quando comparados os valores encontrados no Tour da França para a mesma modalidade esportiva em competições de Jogos Olímpicos , o gasto energético estimado foi de 3.281 Kcal/dia para homens e 2.559 Kcal/dia para mulheres.

Devemos lembrar que o melhor indicador do balanço energético é o peso corporal, podendo afirmar que a ingestão energética diária adequada para um atleta é a que mantem o peso corporal adequado para um ótimo desempenho e maximização dos efeitos do treinamento.

Adequação de nutrientes

A adequação dos nutrientes fornecidos pela dieta sempre deve atender as recomendações nutricionais vigentes. No planejamento da dieta deve existir um equilíbrio entre as calorias ingeridas e as necessárias.

Os alimentos proporcionam energia com base na sua composição de nutrientes energéticos: hidratos de carbono (4Kcal/g), lipídeos (9 Kcal/g) e proteínas (4Kcal/g).

A contribuição percentual dos macronutriente nas calorias totais para uma dieta adequada deve ser (HIRSHBRUCH, 2014):

- 50 a 65% de carboidratos;
- 25 a 35% de lipídeos (15 a 20% monoinsaturados);
- 10 a 20% de proteínas.

Cabe ressaltar que não existe nenhum alimento que, na sua composição, tenha todos os nutrientes essenciais, portanto a combinação de diferentes alimentos garante o fornecimento adequado de nutrientes. O trigo e as farinhas integrais são deficientes em vitaminas A, B_{12}, C e D e contêm pouco cálcio, porém são alimentos fontes de fibra dietética e outras vitaminas do complexo B. A carne bovina magra, tem pouco cálcio, vitaminas A, C, D e fibra, mas é rica em ferro e vitamina B_{12}. Consumindo todos os grupos alimentares, são veiculados os elementos fornecidos por ambos e ainda a refeição deverá ser adicionada de alimentos cítricos ou saladas que forneçam vitamina C e leite ou queijo que são alimentos fontes de Vitamina D e cálcio.

Uma abordagem específica sobre macronutrientes, vitaminas e minerais para o desempenho esportivo será realizada em outras unidades que serão discutidas adiante.

A elaboração de dietas individualizadas é uma tarefa complexa que demanda profissionais especializados. No entanto, para estimular a adesão a uma dieta saudável tem sido desenvolvidos diferentes guias tais como: a Pirâmide de Alimentos o e o novo Guia Alimentar para a população brasileira do Ministério de Saúde, com as diretrizes que devem ser seguidas.

Reflita

Os estudos sobre o estado nutricional, ingestão de nutrientes e hábitos alimentares de futebolistas revelam que, apesar do impacto e popularidade do esporte, não existem muitos programas de educação nutricional nos clubes, que contribuam para melhorar hábitos alimentares, a seleção de alimentos e a ingestão de uma dieta, tal prática tem sido frequentemente descrita pelos pesquisadores como inadequada. O objetivo desses programas é promover hábitos alimentares saudáveis que permitam otimizar o rendimento de forma que contribuam para a boa saúde e qualidade de vida dos jogadores durante e no fim das suas carreiras desportivas. Como esses programas podem diminuir os riscos que os atletas apresentam para desenvolver doenças crônico degenerativas associadas a determinadas práticas dietéticas?

Saúde e qualidade de vida

O conceito de **saúde** é uma ideia que conhecemos e que está presente nas nossas vidas, mas não é algo de fácil compreensão. Em geral era conceituado como um estado de ausência de doença, mas, em 1948, a Organização Mundial de Saúde (OMS), definiu como estado de completo bem-estar físico, mental e social e não só a ausência de enfermidades. Essa definição contempla de forma integral a pessoa em seus aspectos orgânico, psíquico e social. É pensada como uma evolução, uma situação de equilíbrio dinâmico em todos os aspectos do ser humano, fato que leva a aceitar diferentes níveis de saúde de acordo com as condições vitais na qual se desenvolve o ser humano.

Atualmente a saúde é um conceito multidimensional, em que o social, ambiental e pessoal compartem protagonismo com o enfoque do médico.

Unido ao conceito de saúde de forma estreita e com evidente relação causa-efeito aparece o estilo de vida que, da mesma forma que a saúde, envolve diferentes aspectos. A forma de viver adotada pela pessoa ou grupo, o consumo, os hábitos alimentares, os cuidados com a higiene, especialmente a forma de ocupar o tempo livre, constituem os elementos que configuram o que pode ser entendido como **estilo de vida**. Os diferentes estilos de vida e todas as variáveis que o integram, conformam o cenário que conduzirá a estilos mais ou menos saudáveis, consequentemente refletindo na má ou boa qualidade de vida.

De acordo com a OMS, **qualidade de vida** é a percepção do indivíduo de sua posição de vida, no contexto da cultura e sistema de valores nos quais vive e em relação aos objetivos, expectativas, padrões e preocupações. Várias pesquisas destacam como indicadores de qualidade de vida: saúde, educação, alimentação saudável, emprego e condições de trabalho, condições de moradia, atividade física adequada, segurança social, hábitos de saúde, lazer e cultura regulares e apropriados.

Sem medo de errar

Após ter estudado e aprendido os conceitos básicos de nutrição e saúde, você adquiriu competência para analisar e resolver a situação-problema apresentada no *Diálogo aberto* e contribuirá para que a estudante de Educação Física ache uma solução para todos seus

questionamentos. Vamos apoiar a Selma!

Todos somos conscientes de que Selma está num processo preparatório para participar do processo seletivo para a escolha de profissionais voluntários que vão participar nos trabalhos das próximas Olimpíadas.

Selma organizou todo o material e seu ambiente de estudo, fato que influenciou de forma positiva sua concentração e capacidade de aprender. Ao longo da leitura fez anotações e esquemas que ajudaram a entender e responder todas as dúvidas na seguinte ordem:

1. O que constitui uma dieta adequada? 2. Defina balanço energético e como pode ser avaliada a necessidade energética de um jogador de futebol. 3. Como a alimentação e nutrição contribuem para a melhora da saúde e da qualidade de vida do futebolista?

Agora ficou fácil e surge a primeira resposta, a dieta adequada é aquela que atende às necessidades energéticas e de nutrientes que auxiliam a manutenção da saúde. Na sequência define balanço energético como o equilíbrio existente entre a energia que gasta o organismo e a energia ingerida através da dieta.

Logo ideias surgem e vislumbra que a necessidade energética de um jogador de futebol pode ser avaliada por diferentes métodos, tais como: calorimetria direta ou indireta, frequência cardíaca, além da utilização de fórmulas preditivas que levam em consideração, gênero, idade, massa corporal, estatura, e massa magra, por exemplo a equação proposta por Cunningham para determinar o gasto basal. Associando todos seus questionamentos anteriores, a estudante de Educação Física conclui que a alimentação através da seleção de alimentos saudáveis e a nutrição suprindo as necessidades energéticas e o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis, facilitada pela oferta de uma dieta adequada, garantirá a promoção de uma boa saúde e qualidade de vida dos jogadores de futebol.

Avançando na prática

Futebolistas com energia e saúde

Descrição da situação-problema

Empenhada em ganhar a vaga como voluntária para as próximas Olímpiadas, Selma procurou um estágio num clube de futebol. Ela acompanha os jogos e treinamentos da equipe

e auxilia os técnicos fazendo avaliações físicas nos jogadores. Numa das suas avaliações verificou que os jogadores dianteiros tinham um gasto energético de 420 Kcal por partida e os goleiros 200 Kcal por partida. No planejamento de reposição energética depois da partida, ela constatou que eram ofertadas 350 Kcal para todos os jogadores. Quais consequências a reposição energética pós competição teria para os jogadores? Que fatores devem ser considerados para promover uma boa qualidade de vida para esses atletas?

Resolução da situação-problema

Na situação-problema "Futebolistas com energia e saúde", Selma decide aplicar os conhecimentos adquiridos na seção Nutrição e Saúde: conceitos básicos, especificamente o assunto balanço energético. Ela analisa os aspectos que influenciam no campo a necessidade energética e chega à conclusão que de acordo com a posição que os jogadores ocupam em campo, a necessidade energética varia e que deve ser realizado um cálculo de gasto energético diferenciado para cada um dos jogadores. É evidente que o gasto energético de jogadores dianteiros é maior que o gasto energético dos goleiros, porque os jogadores dianteiros precisam correr mais e fazer maiores deslocamentos dentro do campo e o fator atividade é muito maior, quando comparados com os goleiros que ficam mais estáticos, não precisam fazer grandes corridas e deslocamentos durante a partida. Neste caso, o déficit calórico de 70 Kcal por partida configura um balanço energético negativo para os jogadores dianteiros e os goleiros vão receber um excedente energético de 150 Kcal por partida, portanto, terão um balanço energético positivo, tendo como consequência uma provável perda de peso nos jogadores dianteiros e um aumento de peso nos goleiros. Para ambos os casos a mudança do peso corporal exerce uma influência negativa no estado nutricional, no desempenho dos atletas com consequente piora da saúde.

Para responder o questionamento sobre os fatores que devem ser considerados para promover a qualidade de vida dos jogadores, a estudante pensou em melhorar o relacionamento entre jogadores, treinadores e equipe técnica, mantendo um diálogo aberto para realizar mais discussões sobre a importância

da qualidade da alimentação e as condições de trabalho que estão tendo reflexos indiscutíveis sobre o estado de saúde dos jogadores.

Faça valer a pena

1. Atualmente todos os profissionais de saúde, principalmente o educador físico, concordam que a atividade física e a nutrição exercem uma influência positiva na saúde das pessoas. Neste sentido, analise as afirmativas e coloque a letra (V) nas afirmativas verdadeiras e a letra (F) nas afirmativas falsas:

( ) Nutrientes são substâncias presentes nos alimentos essenciais para o funcionamento do organismo.

( ) Uma dieta equilibrada deve atender às necessidades energéticas e de nutrientes do organismo que promovam a manutenção da saúde.

( ) A quantidade de nutrientes que o indivíduo necessita diariamente independe da atividade física e da idade, portanto, a necessidade de nutrientes está diretamente ligada às condições fisiológicas da pessoa.

( ) Os alimentos são classificados em carboidratos, fibras alimentares, proteínas, lipídeos, vitaminas, sais minerais e água.

( ) Uma dieta variada e adequada às necessidades energéticas garante também o fornecimento de vitaminas e minerais.

( ) Uma dieta equilibrada permite a digestão e absorção de todos os nutrientes.

Assinale a alternativa com a sequência correta:

a) V, V, F, F, V, F.
b) V, V, V, V, F, F.
c) F, V, F, V, F, V.
d) V, V, V, F, F, V.
e) F, F, V, V, F, F.

2. Um maratonista de 24 anos, com peso atual de 68 Kg e 9% de gordura corporal, está realizando treinamento de 1 hora/dia de corrida, contabilizando 45 a 55 Km de corrida/semana. Com base nos dados fornecidos, calcule o gasto energético do atleta considerando um fator atividade (FA) de 2,2. Para efetuar os cálculos utilize as fórmulas da FAO e Cunningham, respectivamente.

Fórmula FAO: GEB = (15,3 x P) + 679

Fórmula de Cunningham: GERD = 370 + (21,6 x MLG (kg))

Escolha a alternativa com os resultador corretos:

a) FAO: 3.782,7 Kcal e Cunningham: 3.754,5 Kcal
b) FAO: 1.719,4 Kcal e Cunningham: 1.706,6 Kcal
c) FAO: 2.259 Kcal e Cunningham: 1.706,6 Kcal

d) FAO: 1.502 Kcal e Cunningham: 1.336,6 Kcal
e) FAO:3.782 Kcal e Cunningham: 2.259 Kcal

3. A contribuição percentual de macronutrientes nas calorias totais da dieta deve ser:

a) 55 % de carboidratos, 25% de lipídeos e 20% de proteínas.
b) 30% de carboidratos, 20% de lipídeos e 50% de proteínas.
c) 80% de carboidratos, 10% de lipídeos e 10% de proteínas.
d) 40% de carboidratos, 35% de lipídeos e 25% proteínas.
e) 60% de carboidratos, 15% de lipídeos e 25% de proteínas.

Seção 1.2

Atividades intermitentes

Diálogo aberto

A estudante de educação física, Selma, continua enfrentando novos desafios e decide fazer a leitura de artigos que lhe permitam uma boa compreensão da aplicação e monitoramento das atividades intermitentes.

Apreendidos os conceitos básicos sobre dieta adequada, novos questionamentos acompanham o raciocínio de Selma no desafio que representa a possibilidade de disputar uma vaga para um evento tão importante e único, como são as Olímpiadas. Sendo assim, ela chega à conclusão que toda dieta tem como uma das funções o fornecimento de energia para o realizar o trabalho muscular. Buscando no seu acervo de conhecimentos ela se lembra:

Quais são as principais fontes de energia da dieta? Como se obtém energia a partir das reservas energéticas corporais durante o exercício? Quais são as respostas fisiológicas ao exercício intermitente?

Vamos no item "Não pode faltar" para enriquecer mais essa discussão.

Lembre: aprende-se praticando e aplicando.

Não pode faltar

Para entender as atividades intermitentes é importante discutir temas como: o sistema de transferência de energia (ATP-CP) e respostas fisiológicas ao exercício intermitente; comparação da duração do esforço em diferentes protocolos de exercícios intermitentes supramáximo; efeito da manipulação da pausa e do esforço sobre as respostas fisiológicas durante o exercício intermitente de alta intensidade e manutenção da relação esforço-pausa (E:P) e manipulação da duração do esforço e da pausa, que estudaremos a seguir.

Introdução

O exercício intermitente implica breves explosões de exercício intenso com duração inferior a um minuto. Apresenta pausas com pelo menos uma relação entre 1:1 e 1:2 com respeito ao esforço, porém quando se utiliza o elemento pausa, no geral consegue superar essa relação.

O exercício intermitente tem características de resposta metabólica que o diferenciam do tradicionalmente estudado nos sistemas energéticos (anaeróbio alático, anaeróbio lático e aeróbio), descritos nas atividades físicas cíclicas.

Considerando as diferentes formas de ressíntese de adenosina trifosfato ATP surge um novo modelo para interpretar a bioenergética no campo esportivo. Essa forma de interpretação tenta superar as diferenças entre a interpretação científica dos esforços e sua aplicabilidade no treinamento diário.

Sistema de transferência de energia (ATP-CP) e respostas fisiológicas ao exercício intermitente

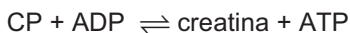
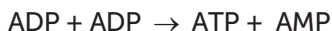
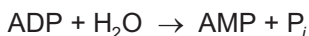
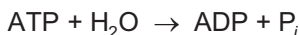
O músculo, como produtor de energia cinética durante a contração, precisa obter combustível que lhe permita gerar sua ação. Biologicamente, na prática, existe uma só substância capaz de entregar energia para que possa ser realizado o trabalho muscular, chamada adenosina trifosfato (ATP). O ATP utilizado deve ter uma recuperação imediata para que a contração muscular seja mantida no tempo.

No início do exercício o ATP degradado durante a contração muscular é ressintetizado pela hidrólise da fosfocreatina (CP) e glicólise rápida ou anaeróbica, até que após um período variável de tempo a fosforilação oxidativa (glicólise lenta ou lipólise) se converte no maior fornecedor de ressíntese de ATP.

A hidrólise de ATP gera adenosina difosfato (ADP) mais fósforo inorgânico (Pi), liberando energia utilizada para a contração nesse processo. Logo, a partir de duas moléculas de ADP, é gerada uma nova molécula de ATP que será utilizada na contração muscular, mais uma de monofosfato (AMP).

Aumentos de AMP e ADP funcionam como estimuladores da enzima AMP desaminase, que catalisa a transformação de AMP a IMP

(inosina monofosfato) e NH_3 (amônia):

$$ATP + H_2O \rightarrow ADP + P_i$$
$$ADP + H_2O \rightarrow AMP + P_i$$
$$ADP + ADP \rightarrow ATP + AMP$$
$$CP + ADP \rightleftharpoons creatina + ATP$$
$$AMP \rightarrow IMP + NH_3$$

Praticamente ao mesmo tempo que se inicia o exercício, o ATP é ressintetizado a partir de CP, deixando uma molécula de creatina e uma de P_i. Durante o exercício intenso o IMP é relacionado à diminuição de CP e acumulação de lactato, sugerindo que a deficiência energética com maior acumulação de IMP é a principal causa da fadiga.

A partir de 2-3 segundos de exercício máximo, a glicólise aporta 50% da ressíntese de ATP. Um rápido aumento de ADP estimula a hidrólise de CP, que diminui rapidamente a taxa de ressíntese de ADP. Isso é provocado por uma diminuição na disponibilidade de CP, uma vez que a refosforilação mitocondrial de CP não é suficiente; cabe ressaltar que a ressíntese de CP depende exclusivamente da fosforilação oxidativa. O cálcio ativador da contração mais os produtos de hidrólise do ATP (ADP, AMP, IMP, NH_3 e Pi) atuam como estimuladores da glicólise.

Muitos fatores atuam para regular o VO_2 e a glicólise. Esses fatores incluem a pressão parcial de oxigênio na mitocôndria ($PO_{2\ mito}$), o estado de fosforilação celular, o estado redox celular e a demanda metabólica (requerimento de refosforilação de ADP. Um aumento de ADP estimula o consumo de oxigênio, porém uma redução no nível de fosforilação pode levar a alterações do sistema excitação-contração e, portanto, a uma diminuição da demanda de oxigênio e fosforilação do ADP.

O rápido acúmulo de lactato durante as primeiras fases do exercício, com consequente aumento de NADH atua como estimulador da respiração mitocondrial. Para a mesma carga de trabalho intermitente, depois de um treinamento curto, é observada uma diminuição na produção de lactato e da degradação da CP.

Um ponto marcante da interação entre o metabolismo aeróbio e anaeróbio é a Piruvato desidrogenase (PSH), que mede a reação irreversível entre piruvato e acetilCoA. As formas ativas e não ativas desse complexo enzimático são reguladas basicamente pelo fluxo de

NADH e acetilCoA, que refletem a disponibilidade de substratos e de O_2.

Para que você possa relembrar os metabolismos de produção de energia, podemos iniciar conceituando captação máxima de oxigênio ($VO2_{max}$), como a maior taxa de captação de oxigênio pelo organismo, que pode ser mensurada durante um exercício intenso, geralmente determinado em bicicleta ergométrica ou esteira. De fato, é uma medida da quantidade de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo. O ($VO2_{max}$) é o melhor teste para avaliar a capacidade aeróbica e a resistência cardiorrespiratória em atletas.

O ciclo de Krebs (CK) ou ciclo do ácido tricarboxílico (TCA) é uma via metabólica mitocondrial, que transfere a energia dos carboidratos, lipídeos e aminoácidos, a NAD (coenzima que transfere o hidrogênio e a energia associada a ele formando NADH + H), para posterior produção de ATP na cadeia de elétrons pela oxidação dos átomos de hidrogênio. A oxidação de átomos de hidrogênio age como facilitador da fosforilação oxidativa e permite a regeneração de ATP para ADP.

A acetil-CoA é um dos principais substratos do CK formada no metabolismo aeróbio a partir do piruvato por ação da piruvato desidrogenase. O catabolismo de lipídeo na forma de ácido graxo também resulta em formação de acetil-CoA.

A IMP é uma molécula fosfatada proveniente dos aumentos de AMP e ADP que são estimuladores da enzima AMP desaminase, responsável pela conversão de AMP em IMP. Existe uma relação direta entre níveis de IMP e o acúmulo de lactato durante o exercício intenso.

Caro estudante, aconselhamos você a fazer uma revisão dos conteúdos das disciplinas bioquímica e fisiologia para que possa reavaliar a relação entre os ciclos metabólicos e como o treinamento pode influenciar a produção de energia para a execução do exercício.

O treinamento induz adaptações nas mitocôndrias, que por sua vez resultam em aumento das enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo, no CK, no ciclo de ácidos graxos (beta-oxidação) e na cadeia de transporte de elétrons e como consequência disso, podem ser encontrados menores déficits de oxigênio decorrentes do rápido

aumento da captação de oxigênio no início do trabalho e aumento do metabolismo de lipídeos que atua como poupador do glicogênio muscular e hepático. Pode ser constatado também uma redução na formação de lactato e das concentrações de hidrogênio devido a um aumento da remoção de lactato.

Tem sido demonstrado que a ativação da piruvato desidrogenase e a acumulação do substrato oxidativo, na forma de acetilcarnitina, diminui a degradação de CP durante o exercício intenso. No início desse tipo de atividade há uma diminuição considerável dos níveis de acetilcarnitina, fato que demonstra ser uma fonte aeróbica rapidamente utilizada durante a contração intensa.

A redução do trabalho, produzido durante séries repetidas de exercício, é menor que a redução da produção de energia anaeróbica. Isso indica que os diferentes tipos de esforços podem sobre estimar a produção de energia aeróbica, sendo que a disponibilidade de substrato antes do exercício é muito importante. A disponibilidade de grupos acetil determina a contribuição aeróbica e anaeróbica.

Veja que com a prática regular de exercício físico se obtém efeitos saudáveis e adaptações fisiológicas que irão durar um tempo após finalizado o exercício físico. Para obter os efeitos e os benefícios desejados na prática da atividade física, ela deve ser programada individualmente com o auxílio de um especialista. As pessoas sedentárias, em particular, devem aumentar progressivamente tanto a intensidade como a duração do treinamento até alcançar os objetivos fixados.

As adaptações pelos exercícios só têm resultados a longo prazo e dependem do tipo de treinamento que for realizado (por exemplo: conseguir maior resistência à fadiga, aumento da potência aeróbica, maior velocidade, melhor controle de peso, etc.)

Durante a prática de exercício físico são ativados processos catabólicos que possibilitam que o músculo gere energia para as contrações e, no fim do exercício, alguns processos anabólicos (gliconeogênese) são desencadeados para a recuperação de substratos que possibilitem a reparação de danos musculares, através do descanso e da restauração.

Uma alimentação saudável, rica em carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais e a reidratação, é importante para a recuperação pós atividades intermitentes e tem um papel importante na manutenção da saúde.

Comparação da duração do esforço em diferentes protocolos de exercício intermitente supramáximo

Vários estudos mostram a manipulação da duração do esforço com manutenção constante do tempo de intervalo, na utilização de exercício supramáximo realizado na maior intensidade, semelhante ao que é constatado nas diferentes modalidades esportivas e/ou em protocolos de treinamentos aplicados nas mesmas modalidades.

Analisando exercícios exaustivos de corridas (18 km/h com 15% de inclinação) até o esgotamento (demorando 30 a 40 segundos), percebemos que gerou-se lactato depois de 10 a 15 segundos do início do exercício, o que sugere que as fontes de energia foram obtidas pelos fosfatos de energia (ATP - CP), alcançando assim seu nível crítico. Esse resultado levanta a hipótese de que se o exercício é realizado durante 10 segundos, há apenas débito alático de oxigênio. A fração de débito de O_2 é rapidamente recompensada por uma pausa de 20 a 30 segundos, que é suficiente para recarregar os estoques de fosfatos, assim o sujeito poderá voltar a realizar o exercício com a mesma intensidade, sem formação significativa de lactato nem acumulação sanguínea , dessa forma, o indivíduo poderia repetir o exercício de forma quase indefinida, ou seja, com repetições sucessivas, sem determinação de tempo e quantas vezes seja possível, até a exaustão. Por esse motivo um pesquisador utilizou 3 sujeitos que realizaram diferentes corridas numa esteira ergométrica e aplicou o protocolo a seguir: corridas de 18 km/h com 15% de inclinação durante 10 segundos, em 3 séries com períodos de descanso de 10 segundos, 20 segundos e 30 segundos, respectivamente. Previamente a essa mesma intensidade, sem as pausas, os indivíduos atingiram a fadiga entre os 32 e 38 segundos com concentração máxima de lactato de 50-60 mg/dL (5.5-6.6 mmol/L).

Quando adicionada uma pausa de 10 segundos, o tempo total de corrida até atingir a fadiga foi triplicado e quando a pausa foi de 20 segundos, o tempo foi aumentado em 6 vezes. O lactato teve um aumento considerável nas primeiras corridas para todos os sujeitos, durante todas as séries até alcançar uma estabilidade depois de 15

segundos de corrida.

Dessa forma, conclui-se que o tempo mínimo de 25 segundos de pausa seria suficiente para suprir o débito de O_2 adquirido durante o exercício supramáximo de corrida de 10 segundos, sobre as fontes energéticas aláticas (fosfagênios), sem implicar mecanismos glicolíticos. Nesse sentido, o débito de O_2 oscila durante essa forma de exercício, com duração de 10 segundos e 25 segundos de pausa para recuperação, provavelmente devido ao fato da CP degradada durante o período de esforço ser completamente ressintetizada no período da pausa. Após o exercício as concentrações de lactato mostraram valores mais elevados, quando comparadas com os valores verificados durante o repouso.

Reflita

Nas modalidades esportivas intermitentes se alternam diferentes tipos de movimentos, intensidade, duração, frequência e características cinéticas dos exercícios executados. Esse fato levou muitos pesquisadores a realizarem análises independente de cada tipo ou forma de movimento. Durante muito tempo foi defendido o modelo aeróbio-anaeróbio alternado, como o metabolismo produtor de energia. Seria essa alternância de sistemas metabólicos a verdadeira resposta que o sistema bioenergético muscular apresenta durante a ressíntese de ATP na maioria das atividades intermitentes ou de esportes com balão?

Nesse tipo de esporte o metabolismo celular se apresenta compartimentalizado e alterna diferentes formas de inter-relação das vias metabólicas de ressíntese energética?

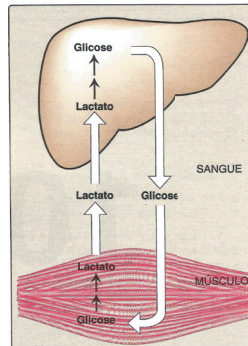
A sucessão de ações de curta duração e alta intensidade em esportes intermitentes, como o tênis, o converte numa modalidade em que a via ATP-CP mostra uma longa duração?

Jogadores de modalidades intermitentes coletivas, como o futebol, o rugby e o hockey, quando realizam movimentos de corridas de moderada intensidade, seus sistemas metabólicos propiciam uma mudança em seus modelos energéticos?

É importante que você estude mais sobre o assunto.

Exemplificando

Observe na imagem o ciclo do lactato à glicose entre os músculos e o fígado, denominado Ciclo de Cori.

Figura 1.1 | O ciclo de Cori

Fonte: Champe (2009, p. 118).

Efeito da manipulação da pausa e do esforço sobre as respostas fisiológicas durante o exercício intermitente de alta intensidade

Vários estudos analisaram a influência do exercício intermitente de alta intensidade sobre as variáveis fisiológicas, tais como: concentração de lactato, frequência cardíaca (FC) e VO_2.

Foram propostos exercícios em cicloergômetro com atividades de 15 minutos realizadas com diferentes intensidades (90 e 110% de $VO_{2\,max}$), duração (20, 30 e 40 segundos) e intervalos (20, 30 e 40 segundos).

Os valores de VO_2 foram diferentes para todos os protocolos aplicados, aumentando de acordo com o acréscimo na intensidade e duração do esforço. A variável FC não mostrou diferença em alguns protocolos, o que pode indicar que não existe uma relação tão grande entre o VO_2 e O FC no exercício intermitente, quando comparado com o exercício contínuo.

O aumento da intensidade e da duração do exercício resultaram em aumento da concentração plasmática de lactato. Foi encontrada uma reação significativa entre a intensidade do exercício e o VO_2, uma vez que a concentração de lactato dobrou, com o aumento da intensidade do trabalho e do VO_2.

Manutenção da relação esforço-pausa (E:P) e manipulação da duração do esforço e da pausa

Vários estudos apontaram a relação esforço-pausa constante, porém manipularam o tempo de esforço e da pausa em atividades intermitentes de alta intensidade, utilizando características semelhantes às aplicadas em modalidades esportivas coletivas. Essas pesquisas tiveram a intensidade fixada em relação ao $VO_{2\ max}$ (109%).

Alguns testes apontaram diferenças entre exercícios intermitentes de curta duração (6-9 segundos) quando comparados com protocolos de longa duração (24-36 segundos), no desempenho de atividades até a exaustão (150% e 120% velocidade de $VO_{2\ max}$), resultando em aumento progressivo do lactato e consequente aumento da duração do período de esforço e pausa. É importante relembrar que o $VO_{2\ max}$ é o índice fisiológico que melhor representa a potência aeróbica máxima, podendo ser conceituado como o volume de oxigênio inspirado pelos pulmões que é transportado através do sistema cardiovascular para ser utilizado na produção de energia em um determinado período de tempo.

A FC não mostrou diferença em nenhum dos protocolos utilizados, os resultados encontrados podem ser justificados pelo fato de que o volume sistólico aumenta aproximadamente de 70 mL no estado de repouso para 120 mL durante exercícios a 50% de $VO_{2\ max}$, não sendo constatado nenhum outro aumento no exercício de alta intensidade. No que se refere à razão da troca respiratória todos os protocolos evidenciaram uma degradação de carboidratos durante o período de exercício e durante o tempo de recuperação, o que sugere que quando as séries têm curta duração e intervalos curtos há maior contribuição do sistema alático quando o exercício é realizado com a máxima intensidade.

Pesquise mais

Ao longo da nossa discussão, o conceito de exercícios e/ou atividades intermitentes tem sido amplamente discutido. Não resta dúvida de que as atividades intermitentes provocam mudanças fisiológicas que podem beneficiar atletas e não atletas.

Sugerimos que você faça a leitura de um artigo em que fica claro como as atividades intermitentes podem auxiliar no tratamento de doenças, promovendo saúde e melhorando a qualidade de vida das pessoas.

Desejamos que você tenha uma boa leitura do artigo: *Aplicações do exercício intermitente de alta intensidade na síndrome metabólica*.

Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBAFS/article/view/3302/pdf129>. Acesso em: 16 mar. 2017.

Na leitura procure pensar: quais são as mudanças das respostas cardiovasculares? Como é modulada a resposta glicêmica e insulínica?

Sem medo de errar

Com todos os conceitos apreendidos e com uma base bem construída para aplicá-los, você poderá responder todos os questionamentos feitos por Selma, sobre quais são as principais fontes de energia da dieta.

As principais fontes de energia da dieta são os macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) contidos nos alimentos, que após a ingestão, digestão e absorção são utilizados para a ressíntese de novas substâncias. Os carboidratos são armazenados no músculo esquelético e no fígado, na forma de glicogênio. As proteínas são hidrolisadas até aminoácidos e sua contribuição para o fornecimento de energia pode se dar por duas formas: a primeira mediante a alanina, aminoácido que é convertido em glicose no fígado e a continuação se armazena na forma de glicogênio hepático. O glicogênio pode sofrer degradação até glicose e através da circulação sanguínea será levado até os músculos durante o exercício físico. A segunda pode ser através dos aminoácidos isoleucina, alanina, leucina e valina que podem ser convertidos em intermediários metabólicos (compostos que participarão no metabolismo energético diretamente na célula muscular).

Os lipídeos obtidos da dieta são estocados no tecido adiposo na forma de triacilgliceróis. Caso seja necessário, para corridas de 30 minutos, repouso ou jejum, os triacilgliceróis são hidrolisados em seus componentes: glicerol, ácidos graxos, que podem ser utilizados como substratos durante o exercício.

Como se obtém energia a partir das reservas energéticas corporais durante o exercício?

Através de reações metabólicas a energia química é convertida em trabalho por células do organismo chamadas mitocôndrias. Nas mitocôndrias a glicose proveniente do glicogênio muscular e hepático é convertido em ATP. No sistema anaeróbio o lactato serve como substrato para a gliconeogênese, via ciclo de Cori.

Quais são as repostas fisiológicas ao exercício intermitente?

O exercício acima do umbral anaeróbico melhora a capacidade funcional com consequente aumento do $VO_{2\ max}$, diminui os níveis de lactato no sangue, aumenta a utilização de lipídeos como substrato energético, aumenta a resistência do atleta e poupa o glicogênio muscular.

Avançando na prática

Avaliando a intermitência do futebol

Descrição da situação-problema

No *Avançando na prática* da seção 1.1, você acompanhou as atividades da Selma como estagiária voluntária num clube de futebol. Na evolução do seu aprendizado ela gostaria de estar melhorando as prescrições das atividades intermitentes nos jogadores, com a finalidade de otimizar o desempenho durante o jogo de futebol. Neste caso quais seriam os aspectos avaliados? Como seria realizado o monitoramento das mudanças fisiológicas provocadas pelo exercício?

Resolução da situação-problema

Você deve lembrar que o futebol é um tipo de atividade intermitente que se pratica em campo e que nem sempre as medições laboratoriais refletem os estágios do desempenho dos atletas nas condições reais de exercício.

Com certeza Selma irá a campo com os jogadores e avaliará as mudanças de direção, velocidade de corrida e duração de cada atividade de acordo com a posição que cada um dos jogadores ocupa em campo. As intensidades moderadas ou altas de corrida dependem da posição que o atleta joga no campo.

Pelas características do futebol é importante que sejam registrados os tempos de corrida em alta velocidade, baixa

intensidade e os períodos em que o jogador permanece parado em campo, assim como também os períodos de recuperação. Com todos estes dados, Selma poderá estabelecer um protocolo de treinamento para fazer sua prescrição de exercícios intermitentes.

Para monitorar as mudanças fisiológicas provocadas pelo exercício ela poderá aferir os parâmetros metabólicos a seguir: frequência cardíaca, produção de lactato e $VO_{2\ max}$ em cada jogador. Na determinação do parâmetros fisiológicos será empregado um analisador de gases portátil com sua respectiva máscara que será colocada cobrindo a boca e o nariz de cada jogador para determinar o $VO_{2\ max}$. Acoplado ao analisador será instalado um cardiofrequencímetro que vai mensurar a frequência cardíaca. Amostras de sangue serão coletadas através da punção do lóbulo da orelha de cada jogador e colocadas em um lactímetro automático portátil para determinar o lactato sanguíneo. Os dados encontrados por Selma serão comparados com os valores de referências encontrados na literatura para jogadores de futebol ($FCmax = 189 \pm 10{,}7$ bpm, $VO_{2max} = 52 \pm 4{,}6$ mL/kg/min, Lactato = $10{,}28 \pm 1{,}42$).

Determinando os padrões de E:P poderá ser elaborado um método de treinamento e dieta apropriados para as diferentes posições que os jogadores ocupam em campo.

Faça valer a pena

1. Durante 4 séries de 30 segundos com 4 minutos de pausa, a utilização de glicogênio diminui 20% na terceira série, enquanto o trabalho mecânico é mantido em 60% do VO_{2max}.

Esse fato pode ser explicado devido a:

a) Um aumento do metabolismo oxidativo com melhor utilização do glicogênio e manutenção da utilização da CP.

b) Uma diminuição do metabolismo oxidativo com menor utilização do glicogênio e manutenção da CP.

c) CP não ser ressintetizada completamente nas fibras Tipo I, enquanto o mesmo não ocorre nas fibras Tipo II.

d) Um aumento da glicólise relacionado com o excesso de ácido lático acumulado porque o metabolismo precisa de valores de *pH* mais baixos.

e) A ressíntese aeróbica de *ATP* foi a menor fonte de energia durante os últimos estágios de esforço e a CP não participou do processo.

2. Associe as duas colunas, relacionando potência e capacidade dos sistemas de transferência de energia:)

1.Sistema anaeróbio alático

2.Sistema aeróbio

3. Sistema anaeróbio lático

( ) Possui potência e capacidade intermediária

( ) Possui potência reduzida e capacidade elevada

( ) Possui elevada potência e baixa capacidade

A sequência correta de associação é:

a) 2, 3, 1.

b) 2, 1, 3.

c) 3, 2, 1.

d) 1, 3, 2.

e) 1, 2, 3.

3. O ciclo de Cori é um processo glicogênico que auxilia a manutenção das reservas de carboidratos.

Porque:

Não serve apenas para remover o lactato, mas o utiliza para reabastecer reservas de glicogênio depletadas durante o exercício intenso.

Sobre as duas afirmativas, é correto afirmar que:

a) As duas são verdadeiras, e a segunda é uma justificativa da primeira.

b) As duas são verdadeiras, mas não estabelecem relação entre si.

c) A primeira é uma afirmativa falsa e a segunda verdadeira.

d) A primeira é uma afirmativa verdadeira e a segunda, falsa.

e) As duas afirmativas são falsas, porém estabelecem uma relação entre si.

Seção 1.3

Avaliação do estado nutricional

Diálogo aberto

Agora Selma está dominando os conceitos básicos de nutrição, saúde e metabolismo energético. Para finalizar a aquisição de conhecimentos da unidade ela verificará as mudanças que a nutrição promove na composição corporal, partindo dos seguintes questionamentos: quais dobras cutâneas que melhor refletem a composição corporal de um jogador de futebol? Escreva uma fórmula para cálculo da composição corporal e justifique sua escolha. Por que a determinação de hemoglobina é um parâmetro bioquímico importante a ser aferido em um jogador de futebol?

Não pode faltar

Nesta seção vamos discutir como avaliar o estado nutricional em atletas e praticantes de atividades físicas. Você deve lembrar que o bom estado nutricional é resultado do equilíbrio entre a ingestão de alimentos e as necessidades nutricionais. A avaliação do estado nutricional não é uma prática única a ser realizada e exige a utilização de vários métodos que analisados em conjunto permitirão traçar o perfil nutricional do atleta. Dentre os métodos que estudaremos a seguir está a avaliação antropométrica e composição corporal, exames bioquímicos e anamnese alimentar.

Introdução

A anatomia é uma ciência que estuda as mudanças irreversíveis das formas dos seres vivos, considerando a morfologia a parte correspondente ao estudo das estruturas e formas. O estudo da composição corporal se refere à determinação anatômica, molecular ou tissular dos diferentes componentes do corpo humano, em forma percentual ou específica em (kg) utilizando distintos métodos. Isto leva à reflexão se há uma melhor anatomia para cada modalidade esportiva e se existe um esporte específico para cada anatomia.

Características da composição corporal

O corpo humano é dividido em níveis (atômico, molecular, celular, tissular e corporal total) e compartimentos, que servem para classificar diferentes métodos de determinação. Um conceito de extrema importância em composição corporal é que o organismo é considerado em equilíbrio ou homeostase dinâmica. Isso quer dizer que o peso corporal e a massa dos diferentes compartimentos, assim como as relações entre os elementos químicos e a estrutura molecular dos tecidos, se mantêm constantes, admitindo estabelecer correspondências matemáticas entre os compartimentos e componentes corporais que permitam estimar outros compartimentos de forma indireta.

O estudo da composição corporal pode ser complexo e podem ser aplicadas diversas técnicas. Os métodos diretos, como análise de cadáveres ou a ativação de nêutrons, proporcionam dados reais, porém são de difícil aplicação. Os métodos indiretos, como a hidrodensitometria, a pletismografia por deslocamento de ar, a diluição isotópica, a medida de potássio total, a bioimpedância, os procedimentos de imagem como a tomografia computadorizada, ressonância magnética ou ultrassom, podem requerer uma grande complexidade técnica e são muito custosos.

Dentre os métodos indiretos, a **antropometria** é imprescindível nos estudos nutricionais por ser uma técnica não invasiva que não requer o uso de equipamentos complexos de difícil manuseio, é barata, os instrumentos utilizados são facilmente transportados, seu maior inconveniente pode ser a necessidade de treinamento do investigador.

O estudo de um reduzido número de medidas (como estatura, dobras cutâneas, perímetros e diâmetros), além de apontar indicadores de massa corporal, permite elaborar índices ou equações que possibilitam verificar a composição corporal e a relação entre massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) ou magra.

Na década dos anos 60, foi desenvolvido o chamado modelo bicompartimental, que considera que o corpo está formado por dois compartimentos: massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) que compreende o restante das estruturas do organismo. A MG representa dificuldade para ser mensurada, mas se a MLG é determinada, pode-se obter indiretamente a MG por diferença entre a primeira e o peso corporal.

O modelo bicompartimental implica que uma série de variáveis biológicas, como o conteúdo de água e potássio, devem se manter constantes, fato que não ocorre em sujeitos sadios de diferentes idades, sexo e raça, nem em condições patológicas como obesidade, estados edematosos etc., fato que levou ao desenvolvimento de modelos multicompartimentais.

Um dos modelos mais utilizados é o que preconiza a divisão da massa corporal em cinco componentes, destacando os compartimentos do tecido adiposo, muscular, ósseo, pele e residual do corpo. Hoje em dia essa técnica de fracionamento é padrão dentro da antropometria para cálculo da composição corporal e tem sido amplamente utilizada para os estudos de atletas.

Em geral, a população de atletas, adolescentes ou adultos, tem uma boa porcentagem de massa magra com baixas porcentagens de gordura, quando comparados com os indivíduos não atletas, independentemente do gênero. Teoricamente, a porcentagem de gordura corporal mínima é de aproximadamente 5 e 12% para homens e mulheres, respectivamente. Também existem esportes em que não se requer uma porcentagem de gordura baixa, como no sumô e lançamento de tiro.

Quando a adiposidade é baixa em atletas, como ocorre em altos níveis de competição, há uma pequena variação entre aqueles que participam do mesmo evento, portanto, é maior a variação na massa magra, que é muito próxima ao peso corporal. O peso ideal para o atleta contempla tanto o peso total como a composição corporal.

É evidente que o conceito de saúde e composição corporal saudável abrange mais do que a determinação da porcentagem de tecido adiposo ou da gordura corporal. O estado de saúde reflete um equilíbrio entre vários fatores, um dos quais está refletido na composição corporal em função da acumulação de gordura.

Quadro 1. 3 | Equações para cálculo de densidade corporal (DC) e porcentagem de gordura (%GC) com base em espessuras de dobras cutâneas

Faulkner (1968)

$\%G = \Sigma\ DC \times 0{,}153 + 5{,}783$

Guedes e Sampedro (1985)

$DC = 1{,}1714 - 0{,}0671 \log10 (\Sigma\ 3)$

Jackson e Pollock (1985)

$\%G = 0,29288 \; (\Sigma\, 4)2 + 0,15845 \; (idade) - 5,76377$

Jackson e Pollock (1978)

$DC = 1,112 - 0,00043499 \; (\Sigma\, 7) + 0,00000055 \; (\Sigma\, 7) \; 2 - 0,00028826 \; (idade)$

Siri (1961)

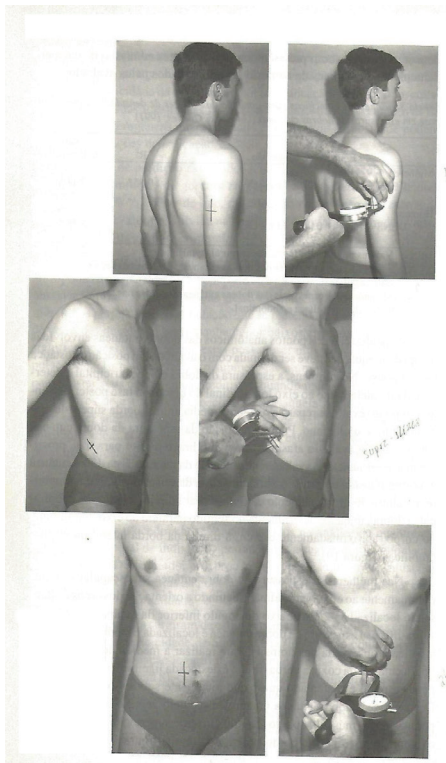
$\%G = [(4,95/DC) - 4,50] \times 100$

Legenda: Σ = somatória de dobras cutâneas; (DC) densidade corporal; (%G)

Fonte: Guedes e Guedes (1998)

Exemplificando

Pontos para marcação e aferição de dobras cutâneas, segundo Guedes e Guedes (1998).

Figura 1.2 | Localização anatômica e medida das espessuras das dobras cutâneas triciptial, supra-ilíaca e abdominal envolvidas na equação específica para homens jovens propostas por Guedes e Guedes (1991)

Fonte: Guedes e Guedes (1998)

Peso corporal e distribuição da gordura corporal

Para um rendimento ótimo é importante conhecer o peso requerido e a composição corporal do atleta, isso implica que o nível de gordura corporal do grupo de referência é favorável para os requerimentos fisiológicos e biomecânicos desse tipo de esporte, assim como essas características de composição corporal refletem aos atletas mais destacados em cada esporte.

Alguns índices utilizados na população geral não têm sido considerados os melhores métodos para a avaliação da composição corporal em atletas e devem ser utilizados com certa precaução como, por exemplo, o índice de massa corporal ou IMC (kg/m2), que tem demonstrado ser pouco útil para avaliar atletas levantadores de pesos, lançadores e jogadores de basquete, que são classificados com sobrepeso/obesidade, pelo alto peso que apresentam devido à alta porcentagem de massa livre de gordura, características comuns a essas modalidades esportivas.

A razão dessa confusão pode ser porque o IMC não discrimina a MLG e a MG, já que se utiliza o peso total aferido na balança. É típico de atletas magros, com um elevado desenvolvimento músculo esquelético, apresentarem valores elevados de IMC (acima de 25 e 30 kg/m2), sendo incorreto concluir que podem ser classificados como indivíduos com sobrepeso ou com obesidade. Lembremos que além do ponto de corte do IMC, tanto o sobrepeso como a obesidade são definidas como um excesso de tecido adiposo e não somente um excesso de peso por si só.

Em muitos esportes os atletas têm interesse em perder o peso excessivo que poderia estar prejudicando o rendimento e os pesquisadores têm tentado fazer melhores estimativas da gordura corporal como ferramenta que permita planejar as perdas de peso desejadas.

A gordura é um componente do corpo humano que se acumula no tecido gordo ou tecido adiposo (TA). Na atualidade se reconhece o tecido adiposo, além de ser uma reserva de lipídeos, como um órgão endócrino que produz uma variedade de hormônios e citocinas que regulam o metabolismo e influenciam a composição corporal.

A diferenciação entre gordura e TA na linguagem normalmente é irrelevante e os termos são usados sem distinção como sinônimos. Mesmo assim, no campo da composição corporal e do metabolismo, a gordura e o TA são conceitos diferentes. Tem sido demonstrado

que com a idade o conteúdo de gordura do TA pode variar. Por exemplo a quantidade de gordura no TA é de 66% no recém-nascido, e aumenta gradualmente até a idade adulta, sendo de 80% a partir dos 13 anos de idade.

Outro fator a considerar é que a massa de TA constitui o elemento mais variável da composição corporal. Assim, a variabilidade entre os indivíduos pode oscilar ao redor de 6% até mais de 60% do peso corporal total, (GUEDES, 1997). A variabilidade no mesmo indivíduo, pode ser também considerável ao longo do tempo se este passar por sucessivas fases de obesidade e magreza, (GUEDES, 1998)

O peso corporal pode ser funcionalmente dividido em dois componentes: massa corporal livre de gordura (MLG), a qual inclui tecido e componentes que estão funcionalmente envolvidos na produção e condução de força, e a massa gorda (MG). A influência da MLG e MG é complexa, tendo ambas efeitos negativos e positivos, dependendo do tipo de atividade física que se deseja realizar.

No geral, a gordura corporal tem influência negativa na atuação esportiva tanto a nível metabólico quanto mecânico, nas atividades em que se requer deslocamento de peso corporal. Mecanicamente o excesso de gordura corporal prejudica a atuação quando se requer a aceleração do corpo tanto horizontal como verticalmente, porque se soma ao peso de uma massa que não está produzindo força. A aceleração é proporcional à força, mas inversamente proporcional à massa, assim o excesso de gordura corporal a um nível de aplicação de força, impede a mudança de velocidade, um importante componente em muitos esportes. Por exemplo, para um corredor de distância, a gordura representa um peso morto que deve mobilizar, enquanto os componentes da MLG incluem tecidos que produzem e conduzem força, como os músculos.

Por outro lado, um certo nível de adiposidade pode ser útil em modalidades esportivas de contato. Metabolicamente o excesso de gordura aumenta o custo metabólico em atividades que requerem movimento de toda a massa corporal. Os nadadores, em comparação com os corredores, podem ter uma certa quantidade de gordura que influenciará de forma positiva sua flutuação na água e uma alta porcentagem de MLG pode ter efeitos negativos, incluindo menor flutuação, além de aumentar a demanda energética para o deslocamento do corpo na água.

A MLG se relaciona com ter efeitos positivos no rendimento esportivo. Uma quantidade maior de MLG é requerida frequentemente em certas atividades em que a força é aplicada contra um objeto externo, devido ao fato de que o músculo esquelético compreende entre 40 e 50% da MLG e constitui a estrutura geradora de força.

O músculo como orgão de estocagem de gordura

O aperfeiçoamento dos métodos de avaliação da composição corporal possibilitou a mensuração da gordura em tecidos como o músculo ou o fígado, constituindo a chamada gordura ectópica.

A gordura muscular começa a ser considerada como um novo compartimento de gordura e se refere a diferentes estoques de lipídeos no tecido do músculo esquelético: os lipídeos que estão dentro dos adipócitos, localizados entre as fibras musculares são chamados de lipídeos intramiocelulares ou extramiocitários; os lipídeos situados dentro das fibras musculares - na forma de triacilgliceróis citosólicos, no sarcoplasma, geralmente em contato com as mitocôndrias - são chamados de lipídeos intramiocelulares ou intramiocitários. A gordura intramuscular, por sua parte, se refere a depósitos localizados entre os distintos músculos, visíveis através de tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RM), separados do TA subcutâneo pela fáscia que envolve os diferentes grupos musculares.

Os lipídeos intramiocitários podem ser quantificados mediante ressonância magnética espectroscópica (RMS), de forma não invasiva e repetitiva em um determinado músculo ao longo do tempo, e no mesmo paciente, aportando dados de um volume muscular proporcionalmente maior que uma biopsia. Dentro do músculo, as pequenas gotas de lipídeos estão rodeadas por uma fase aquosa (o sarcoplasma), diferente dos lipídeos circundados por outros lipídeos no TA e a dos lipídeos extramiocelulares (camadas de lipídeos entre as fibras musculares), o que proporciona diferentes sinais dentro de um campo magnético.

De acordo com Câmara (2012) e Brito (2011) a síndrome de fragilidade e sarcopenia (perda gradual de massa corporal, força e massa muscular, reduzida disposição física, perda de autonomia, diminuição dos hormônios anabolizantes), é um tema de interesse, pois implica na perda de força que resulta em limitação funcional e discapacidade, assim como o aumento do risco de quedas e fraturas

ósseas. A causa principal pode ser o envelhecimento, mesmo que também possa ser somado um novo fator que é o aumento de lipídeos do músculo esquelético, tanto intramiocelular como total, e este conteúdo influencia negativamente na força e função muscular.

Vamos continuar nossa pesquisa juntos e ter uma compreensão detalhada de como a determinação da composição corporal é imprescindível para todas as modalidades esportivas e principalmente para o futebol, devido a sua complexidade, pelo fato de ser um esporte realizado em diferentes condições ambientais, fisiológicas, táticas e técnicas.

Agora faremos a leitura do artigo científico: *Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas de futebol*. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n3/v13n3a05>. Acesso em: 6 mar. 2017.

Após a leitura do artigo você poderá ir até a seção *Sem medo de errar* e ajudar nossa estagiária de Educação Física, Selma, a responder os seguintes questionamentos: quais dobras cutâneas que melhor refletem a composição corporal de um jogador de futebol? Escreva uma fórmula para cálculo da composição corporal e justifique sua escolha?

Exames bioquímicos

Os exames bioquímicos constituem um método de avaliar o perfil químico do atleta, podendo colaborar com a detecção de alguma deficiência ou excesso quando comparados com os valores de referência desejáveis na população estudada. Usualmente os fluídos corporais nos quais são realizadas as determinações são o sangue e a urina.

O sangue é composto pelo plasma, um líquido claro e amarelado, que contém vários tipos celulares diferentes, no qual predominam os glóbulos vermelhos. O sangue venoso pode ser estudado no soro, plasma, sangue completo, eritrócitos, leucócitos, entre outros. A determinação de indicadores hematológicos como o hematócrito e a hemoglobina, fazem parte do acompanhamento do atleta, devido à relação existente com o transporte de oxigênio e consequentemente com o rendimento em esportes de resistência.

A urina é excretada pelos rins, chegando à bexiga através dos ureteres. Normalmente é de cor clara, levemente amarelada, baixa

acidez, com um cheiro característico atribuído pela ureia. Densidade habitual entre 1005 e 1030, composta por água, ureia, cloreto de sódio, potássio, fosfato, ácido úrico, sais orgânicos, urobilinogênio. Pode ser estudada desde o ponto de vista físico (cor, turbidez, pH), químico (glicose, proteína, cetonas) ou por seu sedimento após centrifugação. Na urina basal (primeira urina) são realizadas as primeiras amostragens no período da manhã com o paciente em jejum, de sólidos, líquidos, descartando o primeiro jato da micção, e essa determinação poderá ser realizada em dias alternados caso seja necessário. Para a urina de 24 horas é feita a coleta da urina total no período de 24 horas, neste caso é estudado o volume, creatinina e as proteínas excretadas durante esse período de tempo.

Proteínas

O valor das proteínas no sangue, além de determinar o estado nutricional, também possui um significado de prognóstico, caso estejam com os níveis diminuídos, mostram a gravidade do processo de desnutrição. O compartimento proteico pode ser dividido em somático e visceral.

Massa muscular (compartimento somático):

Excreção urinária de Creatinina em 24 horas: a creatinina é o produto final da utilização da creatina pelo organismo, que ocorre a uma velocidade constante dependendo da massa corporal. É sintetizada pelo fígado e são consideradas excreções habituais de 23mg/kg/dia em homens e 18mg/kg/dia em mulheres, Wallach (2009). Podem ser utilizados diferentes indicadores como o coeficiente de creatina:

Coeficiente de creatina = Excreção de creatina (mg)/ Peso corporal (kg)

Esses indicadores têm várias dificuldades para a realização e interpretação. Primeiramente, é preciso coletar urina de 24 horas, o que por si só gera uma certa dificuldade, além do que devem ser realizadas 3 determinações para poder ter conclusões definitivas. Quanto à dieta, o indivíduo não pode ingerir carnes nos três dias que precedem, é preciso determinação. Por outro lado, os resultados variam com a idade, já que com o envelhecimento, perdemos massa muscular e também a função renal pode ficar prejudicada.

Outro indicador é o índice creatinina/altura, em que a excreção de creatinina é comparada com a estatura do indivíduo normal da

mesma estatura. É considerado um valor próximo a 1 para um sujeito com massa muscular normal. De acordo com Wallach (2009), se os valores oscilam entre 0,6-0,8 g/24h é considerado que há uma depleção proteica leve, 0,4-0,59 g/24h moderada e abaixo de 0,4 g/24h depleção severa.

Frações proteicas plasmáticas (Compartimento visceral):

Albumina: é uma proteína hidrossolúvel composta por carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre. Sua determinação é simples e serve como orientação para processos crônicos. Desempenha funções de transporte associando-se a hormônios, minerais, vitaminas, fármacos e diversos metabólitos.

É responsável por 70% da pressão coloide osmótica do plasma. É sintetizada no fígado, a uma taxa de 150 a 200mg/kg/dia e possui uma vida média de 20 dias. Sua concentração plasmática depende da taxa de ressíntese, utilizando aproximadamente 6% do nitrogênio proveniente da ingestão dietética diária. Seus níveis circulantes são afetados pelo estresse, hipotireoidismo e insuficiência hepática. Por outro lado, seu catabolismo não não seletivo acontece no endotélio vascular e no intestino e aumenta devido ao estresse e na presença de tumores. Entretanto, sua concentração reduz com o hipotireoidismo e a desnutrição.

A albumina plasmática é uma das variáveis mais frequentemente utilizadas como índice de diagnóstico de classificação do estado nutricional, como mostrado no Quadro 1.4.

O organismo possui uma reserva total de 3 a 5 g/kg, no qual 40% é encontrada no nível intravascular no o restante no nível extravascular.

Quadro 1.4 | Classificação do estado nutricional segundo níveis de albumina plasmática

ALBUMINA PLASMÁTICA (mg%)	
Valor normal	3,5-5,0
Desnutrição leve	3,0-3,3
Desnutrição moderada	2,5-3,4
Desnutrição severa	< 2,5
Valor criticamente baixo	< 1,5

FONTE: Waitzberg (2009).

Outras proteínas como transferrina sérica, proteína transportadora de tiroxina, proteína transportadora do retinol, também constituem bons indicadores para avaliar o estado nutricional de atletas.

Balanço nitrogenado: é a diferença entre a quantidade de nitrogênio consumido (proteína ingerida) por dia e a quantidade de nitrogênio excretado (proteína excretada). Permite avaliar tanto o estado de anabolismo como o de catabolismo através da determinação do nitrogênio. Esse método possibilita quantificar a proteína ingerida e a proteína excretada em um determinado período de tempo.

Segundo Waitzberg (2009), nitrogênio excretado é aquele contido na perda urinária (aproximadamente 2g/dia), por via fecal (1 a 2g/dia) e em outros tipos de eliminações como secreções de feridas que também devem ser contabilizadas.

Quando a medição desse balanço é positivo positivo indica que está em fase anabólica, já o negativo é uma indicação que o atleta está em fase catabólica. Caso o resultado seja igual a zero então é uma situação de equilíbrio.

Reflita

Você fez várias leituras sobre os diferentes métodos de fazer a avaliação do estado nutricional do atleta e com certeza alguns questionamentos surgiram: os únicos parâmetros para avaliar bioquimicamente são indicadores proteicos? Podem ser quantificadas algumas enzimas e/ou hormônios que possibilitem a determinação dos níveis de estresse do atleta ou o comprometimento de alguns órgãos devido à dieta ingerida?

Com certeza na busca permanente por novos conhecimentos você vai ler mais e na sua busca trilhará diferentes caminhos e encontrará outros parâmetros bioquímicos como determinação sérica de minerais (ferro, zinco, cromo, selênio) e vitaminas (A, D, E, K, B, C, dentre outras) que também podem auxiliar no diagnóstico nutricional do atleta.

Quanto à quantificação de hormônios e/ou enzimas para diagnosticar níveis de estresse e funções de órgãos específicos, podemos citar aqui: as enzimas aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, amilase, fosfatase alcalina, creatinofosfoquinase. Alguns hormônios que podem servir para acompanhamento são cortisol plasmático, hormônio do crescimento, paratireoideano, insulina, glucagon, dentre outros.

Reflita também sobre: qual é a importância da determinação de alguns parâmetros bioquímicos que determinam os níveis de lipídeos circulantes em atletas e como eles são associados a doenças cardiovasculares?

Anamnese alimentar

O estado nutricional de um sujeito é resultante da "ingestão de nutrientes (aporte energético) e das necessidades nutricionais". O primeiro passo dado com o objetivo de avaliar a ingestão alimentar é aplicar a anamnese alimentar, que utiliza diferentes tipos de interrogatórios, cada um com suas vantagens e desvantagens.

Os métodos para obtenção da informação dietética podem ser retrospectivos ou prospectivos e fornecer informações quantitativas e qualitativas e dentre eles podemos destacar:

Métodos Retrospectivos

Recordatório 24h

É o método retrospectivo mais utilizado, pela facilidade de realização em poucos minutos de entrevista. Pode ser aplicado em curtos períodos de até 7 dias e repetido várias vezes ao ano. O entrevistador solicita ao entrevistado que recorde o consumo alimentar das 24 horas anteriores.

Podem ser utilizados desenhos, fotos ou modelos de alimentos para calcular as porções. Esse método depende da memória portanto, mesmo em períodos de intervalo relativamente pequenos, o indivíduo pode esquecer o consumo de alguns alimentos. Por meio dele podem ser investigadas omissões do entrevistado, repetindo várias vezes o interrogatório e também permite calcular a ingestão habitual, mesmo que em algumas ocasiões o entrevistado tenha uma tendência a subestimar a ingestão. (FISBERG, 2009).

Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA)

Utilizando uma planilha de alimentos é perguntado quantas vezes é ingerido um alimento em um determinado período de tempo. É um dos métodos mais adequados para avaliar a relação entre alimentação e estado nutricional.

Os questionários variam segundo o número de alimentos, o período de tempo analisado, os intervalos de resposta das frequências especificadas e o procedimento utilizado para cálculo das porções. Pode ser obtida informação de ingestão habitual e não é necessário que seja aplicado por um entrevistador treinado, já que pode ser aplicado pelo próprio entrevistado.

Esse método não modifica o padrão de ingestão e pode classificar

os indivíduos de acordo com sua ingestão. Dentre suas desvantagens podem ser citadas a necessidade de recordar padrões alimentares do passado o que pode ocasionar imprecisão em recordar o tamanho da porção ingerida. Nesses casos, há uma tendência a subestimar quando se compara com outros métodos.

Histórico dietético

É utilizado em estudos longitudinais e consiste em associar três procedimentos (Recordatório 24h, QFCA e Registro alimentar).

Tem sido utilizado em epidemiologia para estabelecer a relação entre dieta e doença, podendo se referir à dieta total, determinados alimentos ou nutrientes. Proporciona um padrão mais representativo da ingestão quando comparado com outros métodos.

Para aplicar esse método é necessário ter entrevistadores treinados e entrevistados que estejam dispostos a cooperar. Esse método tem a tendência de superestimar a ingestão alimentar.

Métodos prospectivos

Registro alimentar

O sujeito deverá registrar, no momento do consumo, todos os alimentos e bebidas ingeridas. O número de dias do registro dependerá do objetivo do entrevistador, porém, usualmente os dados são coletados por três dias, sendo dois dias da semana alternados e um dia de fim de semana. O método não depende da memória, fato que permite ter maior precisão nas informações de ingestão como tipo de alimento, a quantidade e os horários das refeições.

O método tem desvantagem de poder influenciar no padrão alimentar do entrevistado, levando a subestimar o consumo.

Registro alimentar pesado

Esse método exige que os alimentos sejam pesados antes do consumo, permitindo que se obtenham informações precisas da ingestão alimentar. É um método de difícil aplicabilidade na prática devido ao fato de que demanda muito tempo. Pode levar a uma alteração do consumo durante o tempo de coleta de dados.

Caro estudante,

Pesquise mais sobre anamnese alimentar lendo o artigo *Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica*. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v53n5/14.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2017.

Desejamos uma excelente e proveitosa leitura.

Após ter estudado, você verificou que a **avaliação do estado** nutricional de um atleta é uma tarefa complexa, que demanda um conhecimento detalhado, isso inclui: **avaliação antropométrica**, técnica que permite estimar a composição corporal de atletas mensurando as dimensões morfológicas do indivíduo, determinação de parâmetros sanguíneos e séricos (**exames bioquímicos**) e a análise da ingestão dietética (**anamnese alimentar**).

Também devem ser considerados outros fatores que influenciam direta ou indiretamente a seleção de alimentos e os hábitos alimentares -preferências a versões de alimentos, conhecimentos sobre alimentação/ nutrição e saúde, entornos familiar, sociocultural, esportivo e físico.

Várias pesquisas apontam a necessidade de elaborar programas de educação nutricional para atletas, visto que os dados levantados apontaram hábitos alimentares e ingestão dietética inferior às recomendações nutricionais para as modalidades esportivas praticadas. O planejamento desses tipos de porgramas têm como finalidade diminuir o risco de doenças crônico degenerativas associadas a práticas dietéticas inadequadas.

Sem medo de errar

Selma está mais otimista e tem a percepção que a cada dia ela tem mais domínio dos assuntos estudados e está segura para contribuir auxiliando a equipe de futebol do clube onde realiza estágio. Com os conhecimentos sobre a avaliação nutricional de atletas, a estagiária responde da seguinte forma aos questionamentos que tinha feito anteriormente:

Quais dobras cutâneas que melhor refletem a composição corporal de um jogador de futebol? Utilizando como base as pesquisas bibliográficas realizadas, Selma chegou à conclusão que as dobras que melhor refletem a composição corporal de um jogador de futebol são:

Triciptal (DCTR), Biciptal (DCBI), Subescapular (DCSE), Supra-ilíaca (DCSI), Axilar média (DCAXm), Peitoral (DCPT), Abdominal Horizontal (DCABh), Abdominal vertical (DCABv), Coma média (DCCXm), Perna média (DCPRm).

Escreva uma fórmula para cálculo da composição corporal e justifique sua escolha.

A seguir está a fórmula de Jackson e Pollock (1978), citado por Fonseca e Col. (2007)

$$DC = 1{,}112 - 0{,}00043499 (\Sigma 7) + 0{,}00000055 (\Sigma 7) 2 - 0{,}00028826 (IDADE)$$

A escolha da fórmula é justificada porque é uma equação específica já validada, por meio de outros métodos, em um grupo que tem características semelhantes ao grupo de jogadores de futebol do clube em que Selma realiza seu estágio.

Por que a determinação de hemoglobina é um parâmetro bioquímico importante a ser aferido em um jogador de futebol? Porque a hemoglobina desempenha um papel importante no transporte de oxigênio, consequentemente o aparecimento de uma anemia em atletas pode afetar várias funções metabólicas relacionadas com a produção de energia.

Avançando na prática

Avaliação nutricional no futebol

Descrição da situação-problema

Na rotina de acompanhamento diário da equipe de futebol, a estagiária Selma realiza suas atividades e inicia atendendo um goleiro do time que reclama cansaço e fadiga extrema nos treinos, falta de apetite e perda de 2 kg do peso corporal na última semana.

Imediatamente a estagiária de educação física lembrou que duas semanas antes todos os jogadores foram submetidos a exames bioquímicos.

A seguir está a tabela com os resultados do exame de sangue do goleiro:

Parâmetros Bioquímicos	Resultados do Goleiro	Valores de Referência
Hematócrito	28%	35-45%
Hemoglobina	10 g/dL	13,8 -17,2 g/dL
Albumina plasmática	3,0 mg%	3,5-5,0 mg%
Magnésio	0,9 mg/dL	1,6-2,5 mg/dL

Observando a tabela de resultados responda: qual é o estado nutricional do goleiro e como pode ser associado com o desempenho? Qual seria sua conduta como educador físico para melhorar o estado de saúde do goleiro?

Resolução da situação-problema

A estagiária verificou que há uma diminuição dos parâmetros hematológicos que estão associados com a fadiga relatada pelo goleiro, já que apresenta anemia, afetando assim o transporte de oxigênio durante os treinos e consequentemente o transporte de nutrientes para que os músculos realizem o trabalho durante os exercícios. Considerando os níveis de albumina plasmática, o atleta está com uma desnutrição moderada, portanto, pode ser sugerido que esse achado seja compatível com perda de massa muscular e diminuição do desempenho em campo. Também foram verificados baixos níveis de magnésio, que estariam prejudicando o ciclo de produção de energia através do sistema aeróbico, já que o magnésio é importante para que duas moléculas de piruvato possam sintetizar acetilCoA, que é o principal substrato do ciclo de Krebs.

A estagiária Selma, aplicando todo o conhecimento que ganhou até esta seção, decidiu convocar toda a equipe biomédica composta por educadores físicos, médico do esporte, nutricionista e chegaram à conclusão que deverá ser realizada uma intervenção nutricional e prescrição de uma dieta ao goleiro. Para prescrever uma dieta adequada será necessário fazer uma avaliação antropométrica aferindo dobras cutâneas e fazendo o cálculo de massa gorda e massa livre de gordura. Posteriormente, será aplicada a anamnese alimentar utilizando um Recordatório 24 horas de 3 dias e o QFCA. A nutricionista realizará os cálculos da ingestão e

passará para a equipe as calorias ingeridas pelo goleiro. Nesse caso, pelo relato da perda de peso, pode ser concluído que a ingestão do goleiro está inadequada e não atinge as necessidades nutricionais. Uma nova dieta deve ser calculada e prescrita pela nutricionista da equipe. Após iniciado o novo planejamento alimentar do atleta, os profissionais devem acompanhar a evolução realizando avaliações antropométricas, bioquímicas e alimentares periódicas. Todos os profissionais devem fazer discussões do caso em conjunto e cada um cuidará das suas atribuições profissionais regulamentadas pelas leis do exercício da profissão.

Faça valer a pena

1. Em relação à composição corporal de atletas, coloque a letra V na alternativa verdadeira e a letra F na alternativa falsa:
(   ) O excesso de gordura corporal melhora o desempenho quando se requer aceleração do corpo tanto na vertical quanto na horizontal, porque se soma o peso de uma massa que não está produzindo força.
(   ) Em um corredor de distância a massa gorda representa um peso morto que deve ser movido, enquanto os componentes da massa livre de gordura incluem os tecidos que produzem e conduzem a força.
(   ) A gordura corporal no geral influencia negativamente nas modalidades esportivas que requerem agilidade, velocidade, resistência, deslocamento e saltos.
(   ) Em nadadores uma certa quantidade de gordura pode ter uma influência positiva na flutuação na água e uma alta porcentagem de massa livre de gordura pode ter efeitos negativos.
Assinale a alternativa com a sequência correta:
a) F,V,V,V
b) F,V,F,V
c) V,F,V,F
d) V,V,V,F
e) F,V,V,F

2. Alimentação adequada constitui uma estratégia essencial para melhorar o desempenho esportivo dos atletas, porque a ingestão de alimentos proporciona os substratos energéticos necessários para a realização do exercício e auxilia na recuperação muscular pós exercício.
O primeiro passo para a verificação da ingestão dietética é aplicar uma anamnese alimentar. No que se refere a instrumentos de avaliação da ingestão alimentar podemos afirmar que:

I. O registro alimentar é um método prospectivo que permite que o indivíduo registre, no momento do consumo, todos os alimentos e bebidas ingeridas. No mínimo deve ser feito durante 3 dias.
II. O recordatório alimentar de 24h é um método retrospectivo, que depende da memória do entrevistado e se caracteriza pelo entrevistador solicitar que o avaliado recorde seu consumo alimentar em 24 horas.
III. O registro alimentar pesado é um método retrospectivo em que se aplica um questionário de segurança alimentar, posterior ao o que indivíduo ingeriu na última semana.
Escolha a alternativa correta:
a) Somente as alternativas I e II estão corretas.
b) Somente as alternativas I e III estão corretas.
c) Somente as alternativas II e III estão corretas.
d) Somente a alternativa I está correta.
e) Somente a alternativa III está correta.

3. Exames bioquímicos devem ser realizados em atletas periodicamente, devido à sua relação com o transporte de oxigênio e consequente influência no rendimento de modalidades esportivas de resistência.
Escolha a alternativa correta, quanto aos exames bioquímicos que devem ser feitos nesses casos:
a) Hematócrito e hemoglobina.
b) Índice de creatinina-altura e hemoglobina.
c) Contagem de linfócitos totais e albumina.
d) Albumina sérica e Proteína C-Reativa.
e) Hematócrito e Proteína C-Reativa.

Referências

AOKI, M.S.; BACURAU,R.F.P. **Nutrição no esporte**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra: COB Cultural, 2012.

BRITO, C.J. et al. Exercício físico como fator de prevenção aos processos inflamatórios decorrentes do envelhecimento. **Motriz**, Rio Claro, v.17, n.3, p.544-555, jul./set. 2011.

CÂMARA, L.C.; BASTOS, C.C.; VOLPE, E.F.T. **Exercício resistido em idosos frágeis**: revisão da literatura. Fisioter. Mov. v.25, n.2, p. 435-443, abr./jun. 2012.

CHAMPE, P.C. **Bioquímica ilustrada**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CODARIN, M.A. et al. Associação entre prática de atividade física, escolaridade e perfil alimentar de motoristas de caminhão. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 418-428, 2010.

CUNNINGHAN, J.J. Body composition as a determinant of energy espenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 54, p.963, 1991.

FISBERG, R.M; MARCHIORI, D.M.L.; COLUCCI, A.C.A. Avaliação do consumo alimentar da ingestão de nutrientes na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia,** v.53 n. 5, p. 618-624. 2009.

FONSECA, P.H.S.; MARINS, J.C.B.; SILVA, A.T. Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 13 n. 3. maio/jun., 2007.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GROSSL, T.; AUGUSTEMAK, L.; KARASIAK, F.C. Relação entre a gordura corporal e indicadores antropométricos em adultos frequentadores de academia. **Revista Motricidade,** v. 6, n. 2, p. 35-45, 2010.

GUEDES, D.P. **Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações**. 2. ed. Santa Catarina: CEITEC, 1994.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. **Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição**. 1. ed. Londrina: Midiograf. 1998. 311 p.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. Crescimento, composição corporal e desempeno motor da criança e adolescentes. São Paulo: CLR Balieiro, 1997.362 p.

GUEDES, D.P. Recursos antropométricos para análise da composição corporal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, p. 115-119, 2006.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.

HIRSCHBRUCH, M.D. **Nutrição esportiva: uma visão prática**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2014.

LIMA, W.R.; GOMES, C.C. Avaliação do estado nutricional dos nadadores da associação de deficientes visuais de Belo Horizonte (ADEVIBEL) - M.G. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. São Paulo, v. 4. n. 21, p. 209-216 – maio/jun., 2010.

MAUGHAN, R.J; BURKE, M.L. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Avaliação antropométrica segmentar comparativa de triatletas e maratonistas. **O mundo da saúde**, v. 35, n. 4, p. 422-426, 2011.

SBME - Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e do Exercício. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a Saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 15, p. 3-12, 2009.

VOLP, A.C.P. et al. Índices dietéticos para avaliação da qualidade de dietas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23., n.2, p. 281-295 – mar./abr., 2010.

WAITZBERG, Dan Linetzky. **Nutrição oral, enteral e parenteral na parte clínica**. 4. ed., Revista São Paulo: Atheneu, 2009. v. 1 e 2.

WALLACH, J. **Interpretação de exames laboratoriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 1465p.

Hidratação e macronutrientes

Convite ao estudo

Caro aluno!

Na sua caminhada pelos saberes da disciplina de Nutrição Aplicada à saúde e ao esporte, você acaba de chegar na segunda unidade, intitulada: " Hidratação e macronutrientes". Aqui você trilhará pelos mecanismos ergogênicos da hidratação, carboidratos, proteínas e lipídeos.

Nos mecanismos ergogênicos irá estudar as recomendações de hidratação no pré e pós-exercício, exercício intermitente além de repositores hidroeletrolíticos.

Na abordagem dos macronutrientes, você terá acesso ao conhecimento das definições, nomenclaturas, perspectiva fisiológica, importância para o esporte e mecanismos ergogênicos dos carboidratos.

A proteína reserva o desafio de mostrar a ação dos aminoácidos, sistema imunológico, hipertrofia, ingestão e recomendação.

No critério de inesgotável fonte de energia para o ser humano, os lipídeos serão discutidos desde sua digestão, absorção, ciclo glicose-ácido graxo, aplicação prática, Fat loading, elevação de ácidos graxos no plasma, dietas hiperlipídicas, triglicerídeos de cadeia média, ácido linolênico conjugado, ômega-3 no desempenho esportivo.

No intuito de facilitar seu aprendizado, vamos continuar acompanhando a estagiária Selma nos desafios pessoais para dar uma excelente a assistência à equipe de futebol com a qual vem trabalhando desde o início de nossa jornada de desenvolvimento de habilidades e competências no cuidado da saúde de atletas e praticantes de atividade física.

Você deve lembrar que o ganho do aprendizado está no esforço de captar e analisar a ideia, em vez de memorizar cada frase do texto ou a palavra verbalizada pelo seu professor.

Seção 2.1

Mecanismos ergogênicos da hidratação

Diálogo aberto

Continuando o aprendizado da disciplina Nutrição aplicada à saúde e ao esporte, iniciamos o estudo da seção mecanismos ergogênicos da hidratação, que acaba trazendo, a você e à estagiária Selma, mais questionamentos e a busca de soluções para os problemas que surgem no dia a dia dentro do Clube de futebol em que realiza suas práticas profissionalizantes.

Pensando que a água é um solvente universal no qual acontecem as mais variadas reações do metabolismo de macro e micronutrientes, três perguntas sobre hidratação do atleta surgem para desafiá-la: como acontece o balanço de fluidos no organismo? Quais são os fatores que influenciam na absorção dos líquidos? É necessário fazer a reposição de eletrólitos perdidos pelo suor durante o exercício?

Venha conosco até a seção "Não pode faltar" e, após a leitura dos temas tratados, você conseguirá ajudar Selma a responder as questões que precisa elucidar para dar continuidade à sua formação de educadora física.

Não pode faltar

Esta seção traz o tema mecanismos ergogênicos da hidratação, abordando assuntos importantes como: recomendações pré-exercício, recomendações pós-exercício, exercício intermitente e hidratação e repositores hidroeletrolíticos.

O estudo deste tópico é imprescindível para a formação do educador físico, uma vez que a compreensão dos mecanismos de hidratação antes, durante e após a prática de exercício físico, pode ser um fator limitante no desempenho esportivo, assim como também é uma situação de risco para a saúde do atleta quando não é bem entendida e tratada.

Não se pode esquecer que, como os músculos, o cérebro requer um período de aquecimento prévio antes do estudo. Somente após o aquecimento cerebral que os novos conceitos serão consolidados

e ficarão disponíveis para posteriores aplicações na sua rotina prática.

Busque um local apropriado para estudar que seja calmo e organizado, assim o aprendizado fluirá com facilidade.

Introdução

A termorregulação e o balanço hídrico exercem influência direta sobre o rendimento esportivo. É importante considerar que a sensação de sede não é um mecanismo de controle primário, sendo assim, constitui um sinal de alerta, que surge somente quando já ocorreu uma perda importante de água corporal, motivo pelo qual um sujeito que realiza atividade física pode chegar à desidratação antes que seja manifestada a sensação de sede. Esta é a causa que torna fundamental a implementação de medidas de hidratação adaptadas aos requerimentos individuais do atleta, como parte da programação de treinamento.

A água desempenha diferentes funções durante o exercício físico, dentre as quais podem ser mencionadas:

- Regulação da temperatura corporal;
- Veículo para a o transporte de nutrientes para as células musculares;
- Eliminação de metabolitos;
- Lubrificação de articulações.

Também mantem a concentração dos eletrólitos, que é importante para a transmissão do impulso nervoso, contração muscular, aumento do débito cardíaco e regulação do pH.

O sistema de termorregulação permite que a temperatura corporal seja mantida estável (aproximadamente 36,5 °C $\pm$ 0,5 °C). Esse fato permite a realização do exercício físico intenso, mesmo quando existem altas temperaturas ambientais. Uma falha nesse sistema de termorregulação pode ocasionar a morte do atleta (intermação).

Convidamos você para que leia o artigo " Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente?" Este texto é uma revisão sobre a hidratação durante o exercício e a reposição de líquidos de acordo com a sede. É uma leitura interessante para esclarecer os mecanismos da termorregulação

e do equilíbrio hidroeletrolítico durante a atividade física e como esses fatores podem afetar o desempenho esportivo.

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922006000600020&lng=en&nrm=iso>.

Desejamos um bom aprendizado a você; faça anotações durante a leitura, isso ajudará a compreender melhor e poupará tempo de estudo.

Existem diferentes processos físicos que estão relacionados com o equilíbrio entre a produção e a perda de calor. Estes quatro mecanismos através dos quais pode ser perdido calor são:

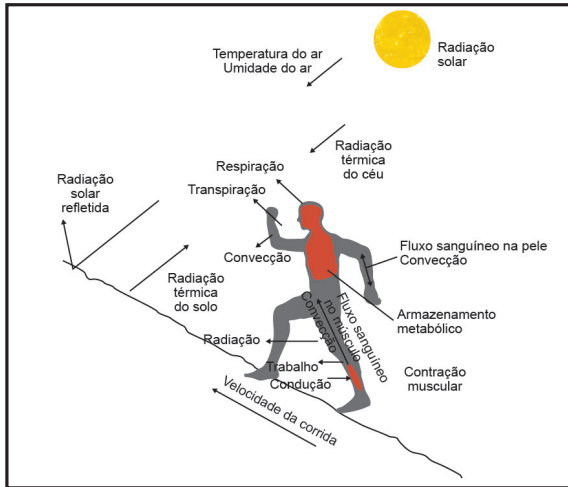
1. **Radiação**: é a troca bruta de calor através do ar em direção a objetos sólidos, com temperatura ambiente baixa e alta taxa do movimento do ar sobre a pele. Quando a temperatura dos objetos no ambiente é maior que a temperatura da pele, é absorvida a energia do calor radiante desde o ambiente até a superfície corporal e vice-versa (isso é importante na eleição do tipo de tecido e cores dos uniformes).

2. **Condução**: é a troca de calor entre dois corpos com temperaturas diferentes ao entrar em contato entre si. Essa troca depende da diferença de temperatura e da condutividade de cada um dos corpos.

3. **Convecção**: se refere à troca de calor quando um líquido ou gás em movimento entra em contato com outro corpo. O meio em movimento é chamado de corrente de convecção e o calor passa do objeto quente para o frio.

4. **Evaporação**: é a maior defesa fisiológica diante do excesso de calor. Quando o suor entra em contato com a pele, ocorre um efeito refrigerador ao evaporar-se e a pele sofre um resfriamento, serve também para reduzir a temperatura sanguínea.

Exemplificando

Figura 2.1 | Vias de ganho e perda de calor na prática individual de exercícios

Fonte: Maugham e Burk (2004, p. 65)

Quando existem altas temperaturas ambientais, a eficácia da condução, convecção e radiação ficam reduzidas e somente o calor é dissipado por evaporação através do suor.

Aproximadamente 80% da energia produzida durante a contração muscular é liberada na forma de calor no organismo, o qual deve ser eliminado rapidamente para evitar o aumento da temperatura corporal a níveis que sejam perigosos para a saúde.

Durante o exercício, o organismo ativa todos os mecanismos antes mencionados para provocar a perda de calor acumulado. O fluxo sanguíneo é distribuído aos tecidos periféricos (pele e mucosas), eliminando o calor por condução e convecção, mais importante ainda é a produção de suor, onde por cada litro de água que é evaporada são gastas aproximadamente 600 calorias.

O suor é hipotônico quando comparado ao plasma, contendo principalmente água, sódio e pequenas concentrações de potássio, ferro e cálcio.

Reflita

Caro aluno, veja que existem efeitos relevantes da desidratação na saúde e no rendimento o atleta, portanto, é imprescindível compreender que a sudorese não somente esfria o corpo, mas também, provoca uma perda importante de líquidos.

A desidratação progressiva durante o exercício é frequente porque os atletas muitas vezes não ingerem suficiente quantidade de líquidos para repor as perdas hídricas.

Esse fato provoca diminuição do rendimento físico, aumento do risco de lesões e coloca em risco a saúde do atleta. É fundamental manter um adequado nível de hidratação corporal enquanto é realizado o exercício, especialmente considerando que o mecanismo de sede aparece com um certo atraso, quando o corpo já perdeu de 1 a 2% do peso corporal. Essa perda de peso corporal limita a capacidade de o corpo eliminar o excesso de calor.

O aumento da desidratação pode apresentar sintomas como: câimbras musculares, apatia, fraqueza e desorientação. Caso o exercício seja continuado, poderá acontecer esgotamento e hipertermia.

Os sintomas iniciais que devem ser um sinal de alerta para o atleta são: sudorese excessiva, cefaleia intensa, náuseas e sensação de perda de equilíbrio.

Em climas frios também pode acontecer a desidratação, mesmo que com menos frequência. As causas podem ser: excesso de roupa, aumento da diurese ocasionada por hipóxia em maiores altitudes e também porque o frio não estimula a ingestão de líquidos.

Depois das discussões feitas até aqui, quais seriam os cuidados que você tomaria como educador físico para evitar a desidratação em atividades individuais e coletivas? Conhece alguma legislação brasileira que regulamente a composição química de bebidas de reposição hidroeletrolíticas?

Recomendações pré-exercício

Antes da realização de uma atividade física que tenha uma duração maior que 20-30 minutos e especialmente em ambientes quentes e com umidade relativa (UR) alta (acima de 25-30 ºC e UR superior a 55%), o atleta deve estar bem hidratado. Tem sido descrito como

o desempenho final nesse tipo de atividade esportiva dependerá diretamente do estado de hidratação prévia.

As recomendações para tal efeito passam pela ingestão de dietas brandas e/ou pastosas (alimentos cozidos, semi- sólidos ou purês) 24 horas antes porque eles têm mais água na sua composição.

Quatro horas antes da competição devem ser oferecidos 5-7 ml/kg de peso. Se não há diurese relatada ou se a urina está concentrada, devem ser adicionados 3-5 ml/kg extras, 2 horas antes do treinamento ou da competição. Imediatamente antes da competição, consumir 200-400 ml de bebida com uma concentração de 5-8% de carboidratos.

A coloração da urina pode ser uma ferramenta útil para avaliar o estado de hidratação prévio ao exercício. Uma urina incolor, mostra uma urina diluída, significando que há uma correta hidratação. Do contrário, uma coloração muito escura é um indicativo que há um estado de desidratação parcial.

De forma objetiva pode ser avaliada a perda de líquido através do controle do peso corporal antes e logo após o exercício.

Recomendações pós-exercício

Existe um conhecimento científico geral entre os atletas sobre a importância da hidratação e ingestão de carboidratos durante a competição e durante o treinamento, mesmo assim não há esclarecimento suficiente para que eles saibam a importância da ingestão e reposição hídrica no período pós exercício para favorecer a correta recuperação.

A reposição hídrica pós-competição possibilita que o atleta possa continuar exercitando-se em dias posteriores e que melhore seu desempenho esportivo. Nesse sentido, o objetivo é recuperar o quanto antes o peso perdido durante a atividade física.

Existem protocolos que preconizam a reposição hídrica de 150-200% do peso perdido durante o treinamento ou competição para sanar as perdas pela sudorese e pela produção de urina. Nesses casos, as bebidas devem ser ligeiramente hipertônicas (contêm mais sódio que a bebida isotônica) com valores de 1-1.2 g de sódio/L; devem ser incluídos também os íons potássio e magnésio. A inclusão de bebida hipertônica tem um papel fundamental na retenção hídrica porque

aumenta a sede e reduz a diurese produzida pelo consumo de água pura.

Dentro das prescrições de hidratação pós-exercício, é importante fazer menção de bebidas de consumo social como são os refrigerantes e cervejas. De fato, são bebidas que podem contribuir com a reposição dos líquidos perdidos, mas não são adequadas para a repleção de eletrólitos, porque não contêm quantidades adequadas de sódio.

Em caso de ingestão de cerveja, é necessário destacar que deve ser sem álcool pelo efeito diurético e não ter um grau alcóolico superior a 2%. Outras bebidas não alcóolicas como os sucos, poderiam ser utilizados como complemento na fase de recuperação, evitando assim o uso de bebidas gaseificadas que podem ocasionar desconforto gástrico. Mesmo assim, os sucos por si e só não conseguem fornecer as quantidades ótimas de sódio, que é o eletrólito essencial para a correta reposição de líquidos.

Depois de 2 horas de competição, deve ser aumentada a concentração de carboidratos da bebida para 15-20% e oferecer ao atleta de 100 a 150 mL a cada 15 minutos. Nas atividades esportivas de alta intensidade, que duram menos de 2 horas, é recomendado consumir bebidas nos quatro tempos finais da competição.

Depois da competição mais de 2% do peso corporal foi perdido durante o exercício, portanto, deve ser ingerido mais líquido, mesmo que o atleta não tenha sede e deve ser adicionado um pouco mais de sal nas refeições. É recomendado beber 1,2 a 1,5 L por quilo de peso perdido durante o treinamento e/ou competição.

Exercício intermitente e hidratação

Os exercícios intermitentes de alta intensidade, quando realizados em ambientes quentes e condições de alta UR ocasionarão uma perda significativa de fluidos corporais. Nesses casos, a ingestão de 2-3 L/dia pode ser insuficiente, sendo necessário até 4 L/dia para a realização da atividade física, garantindo a saúde e o desempenho físico. A ingestão de bebidas esportivas comerciais inclui açúcares na sua composição para favorecer a manutenção dos estoques de glicogênio, da glicemia e evitar estados de desidratação. Ambos fatores são limitantes do desempenho esportivo e a adequada hidratação também permite reduzir a fadiga prematura, ocasionada

pelo déficit hidroeletrolítico.

Deve ser estabelecida uma faixa de 80 a 100% da reposição hídrica depois das atividades de treinamento e competição realizadas acima do 70% do VO_{2max} ou em condições climáticas extremas.

Dependendo da modalidade esportiva praticada é recomendável realizar a reidratação nos períodos de intervalos do jogo. Caso não seja feita a reposição de líquidos de forma constante, o gasto cardíaco terá a tendência de diminuir, induzindo uma hipertermia associada a um aumento de frequência cardíaca.

Como regra geral, durante a atividade física intensa ou o rigor climático, é recomendada a ingestão de 0,6-1 L/h, de bebidas isotônicas, com tomadas de 150 a 250 mL, numa frequência de 15-20 minutos. A composição das bebidas isotônicas deve manter a osmolaridade de 200 a 320 mOsm/L, com concentração de 6-9% de açúcares e sódio variando entre 0,5-0,7g/L ou entre 0,7-1,2 de Na/L (para atividades físicas com duração superior a 3 horas e em temperaturas elevadas).

Pesquise mais

Mais detalhes sobre suplemento hidroeletrolítico você poderá encontrar na leitura do texto: *Água de coco em pó como suplemento hidroeletrolítico e energético para atletas*.

Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v21n5/1806-9940-rbme-21-05-00390.pdf>. Acesso em: 21 de jun. 2017.

Bom proveito e continue aquecendo e consolidando suas conexões cerebrais para que possibilitem a tomada de decisões corretas para solucionar situações que desafiam a hidratação do atleta.

Repositores hidroeletrolíticos

É importante que as bebidas formuladas para a reposição hidroeletrolítica, tenham características bem definidas quanto aos teores de açúcares e sódio, durante (isotônicas) e após o esforço físico (ligeiramente hipertônicas).

Quantitativamente é recomendada a ingestão de 60-90 g de carboidratos/hora em caso de esportes de longa duração (> 3 horas) e em atividades coletivas (1-2 horas) de 30-60 g/hora.

As instituições internacionais recomendam não oferecer bebidas

com concentrações de carboidratos acima de 6-9%, para não ultrapassar a capacidade de absorção de açúcares por hora.

Outro aspecto importante é a velocidade de esvaziamento gástrico (1-1,5 horas para esvaziar 1L do estômago) e a posterior absorção de líquidos. Esse processo pode ser influenciado pela natureza dos solutos e o valor energético dos mesmos. As quantidades de absorção intestinal ótimas por hora oscilam entre 600-800 mL de água, 60 g de glicose, e até 90 g de maltodextrina ou frutose, levando em consideração que grandes doses de frutose podem ocasionar problemas gastrointestinais. Como medida de precaução é recomendado o uso de bebida isotônica que contenha no máximo 20-30% de frutose (açúcar de absorção lenta) e que seja combinada com outros açúcares de absorção rápida, como a glicose e maltodextrina em proporção de 3:1.

A temperatura também influencia a velocidade de absorção das bebidas. Valores inferiores a 10 °C podem retardar a absorção e superiores a 20°C prejudicam a palatabilidade das bebidas repositoras. É desejável que a bebida seja oferecida numa temperatura de 15 °C.

No estudo do tema mecanismos ergogênicos da hidratação, você pode constatar a importância da reposição de fluidos perdidos durante a sudorese.

A leitura do *Não pode faltar* e dos *Pesquise mais*, demostraram que a ingestão de água antes e durante o exercício é vital para evitar a desidratação provocada pela sudorese, como um dos fatores que afeta principalmente a capacidade do organismo de realizar qualquer esforço físico intenso.

Os eletrólitos perdidos no suor são partículas eletricamente carregadas: sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), cálcio (Ca^{++}) ou magnésio (Mg^{++}), que participam na transmissão do impulso nervoso, na contração muscular, na manutenção dos fluidos e do equilíbrio ácido básico adequado. As concentrações intra e extracelulares de eletrólitos são importantes para que possa ser mantida a transmissão do impulso nervoso e a contração muscular.

O coração é um órgão especialmente sensível aos desequilíbrios hidroeletrolíticos, já que pode resultar em arritmias e morte. Na prática

esportiva, esse tipo de conhecimento permite que medidas preventivas sejam tomadas para evitar a perda excessiva de água e eletrólitos pela sudoração. Uma perda muito severa de sódio através da urina e/ou do suor pode ocasionar uma redução do volume extracelular e plasmático, com consequente diminuição da força de contração cardíaca, hipotensão arterial, redução do desempenho físico e efeitos negativos na saúde (fraqueza muscular, fadiga extrema, apatia, disfunção mental, câimbras musculares, náuseas, vertigem).

O problema da depleção de sódio é mais frequente em atletas não aclimatizados, já que uma das adaptações durante o exercício é a produção de suor hipotônico. Quando as perdas pela sudorese são massivas, em condições ambientais extremas ou quando a intensidade do exercício é muito elevada, se faz necessário o aporte de eletrólitos para evitar casos de hiponatremia hipotônica, pelo fato de ingerir água pura.

O comércio oferece uma grande variedade de bebidas chamadas isotônicas, com a intenção de repor líquidos, carboidratos e eletrólitos para melhor o rendimento. As bebidas isotônicas têm destaque na prescrição durante o exercício porque apresentam igual concentração de saís e osmolaridade, que os fluídos do organismo (plasma), fato que resulta numa absorção mais rápida e eficaz.

Sem medo de errar

Chegou o momento de ajudar a estagiária do Curso de Educação Física, Selma, a responder todos os questionamentos que vêm aquecendo seu cérebro e que a levam a responder da seguinte forma a primeira questão:

como acontece o balanço de fluidos no organismo?

O organismo precisa equilibrar a perda e a ingestão de líquidos para manter a capacidade de regular a temperatura corporal. A água atua como um líquido que refrigera e permite diminuir a temperatura dos músculos eliminando o calor para que o trabalho muscular possa continuar.

No homem, as perdas do calor acontecem através da sudorese e quando esta excede a reposição podem ser encontrados os seguintes achados:

1. O sistema circulatório é incapaz de repor as perdas e diminui o fluxo sanguíneo na pele. É necessário preservar o volume de plasma dentro dos padrões de normalidade para manter o alto fluxo sanguíneo, para o funcionamento do músculo (para fornecimento de oxigênio, substratos, e eliminar produtos finais do metabolismo de energia incluindo o calor).

2. A medida que a sudorese continua, diminui o volume sanguíneo disponível na circulação, dificultando o fluxo de substratos para a demanda de energia do músculo e a transferência de calor para o meio ambiente através da pele.

3. Como consequência da redução do volume de plasma e diminuição da quantidade de sangue bombeada para o coração em cada batimento, a frequência cardíaca aumenta para manter o débito cardíaco e diminui o aporte de sangue na pele, já que é prioritário o fluxo sanguíneo para o músculo.

4. Se o exercício continua, a temperatura corporal se eleva de forma constante até atingir 41°C, devido à redução da sudorese ocorre a diminuição da dissipação do calor.

Em termos práticos, isso significa uma perda rápida do desempenho físico e aumento drástico do esforço para manter a mesma intensidade de exercício. Essa situação leva a um esgotamento pelo calor com consequências potencialmente fatais, se não são tomadas as medidas necessárias para corrigir o desequilíbrio de líquidos e reduzir a produção de calor.

Para a segunda questão: quais são os fatores que influenciam na absorção dos líquidos? Selma encontra a explicação que a água é absorvida principalmente no intestino, quantidades pouco significantes são absorvidas no estômago. A absorção da água a nível intestinal se processa de forma rápida, sendo apenas afetada pelo exercício moderado, portanto, o principal problema com a reposição de fluidos não é a quantidade que o atleta pode beber e sim a rapidez com a qual se provoca o esvaziamento gástrico.

Muitos fatores afetam o esvaziamento gástrico, dentre os quais podem ser citados: a quantidade de bebida, sua temperatura e intensidade do exercício. As concentrações de substâncias contidas nas bebidas tais como carboidratos, eletrólitos, também podem influenciar o esvaziamento gástrico.

Preparada e segura para responder a terceira questão, utilizando os conhecimentos adquiridos na seção "Não pode faltar", Selma passa a responder o questionamento: é necessário fazer a reposição de eletrólitos perdidos pelo suor durante o exercício?

Vários estudos têm demonstrado que atletas de diferentes modalidades perdem vários litros de suor durante a atividade física e as mudanças nos eletrólitos corporais são mínimas. Os estoques de sódio e cloro costumam mudar de 5 a 7 %, no entanto, o sódio permanece relativamente inalterado. Isso pode ser justificado pela perda de líquidos ser maior pela sudorese durante o exercício, com consequente concentração de eletrólitos no plasma.

O atleta raramente enfrenta situações de desequilíbrio hidroeletrolítico grave. Existem mecanismos poupadores de eletrólitos, o corpo dos atletas se adapta aos exercícios intensos prolongados de modo que os níveis de potássio e sódio são preservados dentro dos parâmetros de normalidade durante vários dias de sudorese intensa, acontece uma diminuição da excreção de eletrólitos através da urina e sua excreção pelo suor, regulada pela ação do hormônio aldosterona que atua sobre o rim e as glândulas sudoríparas.

Assim como parte do processo de aclimatação ao calor, o organismo se adapta ao estresse de repetidos episódios de desidratação produzindo um suor diluído e abundante. Embora se conheçam os mecanismos de adaptação à desidratação é necessário que sejam utilizadas bebidas isotônicas para reposição hidroeletrolítica do atleta. O sódio faz parte da composição da bebidas isotônicas e seu efeito sobre o desempenho esportivo é positivo, já que favorece a reidratação, aportando isotonicidade à solução.

Avançando na prática

Hidratando e aplicando saberes

Descrição da situação-problema

A estagiária Selma acompanhou, durante o verão, os treinos dos jogadores de futebol da equipe que está sob seu cuidado e constatou uma redução no desempenho de um dos atacantes. Antes e após os treinos a estagiária afere o peso dos atletas que são registrados numa planilha. O peso do atacante antes do treino foi de 75 Kg e após o treino a aferição acusou um valor de 73,5 kg.

Como poderá Selma conhecer a quantidade de líquido que precisa ser fornecido para o atleta? Quais outras variáveis poderiam estar sendo coletadas para avaliar o grau de desidratação do jogador e a existência de um desequilíbrio hidroeletrolítico?

Resolução da situação-problema

Neste caso a primeira decisão tomada por Selma foi calcular a quantidade de água perdida através do método de perda de peso.

Para chegar a uma conclusão Selma aplicou a seguinte equação:

% Perda de Peso = (Peso inicial em kg - Peso final/ Peso inicial em kg) X 100

Peso inicial em kg - Peso final em kg =

75 kg - 73,5 kg = 1,5 kg

%Perda de Peso = (1,5/75) X 100 =

% Perda de Peso = 2,0

A estagiária então sabe que o atleta sofreu uma perda de 1,5 kg de peso corporal o que pode ser traduzido como uma perda hídrica de aproximadamente 1,5 L de fluídos corporais. Visto que o jogador estava realizando o treinamento no verão e em ambiente quente, chegou a uma perda crítica de 2% da composição corporal que afetou seu rendimento, portanto, nesses casos a reposição chega a ser de duas a três vezes o valor da perda. Selma decide iniciar a hidratação recomendando a ingestão de 3 L de solução ligeiramente hipertônica no volume de 100-200 mL a cada 10 minutos.

Para avaliar o provável desequilíbrio hidroeletrolítico do jogador, Selma decidiu juntamente com a equipe multiprofissional que cuida dos jogadores que utilizaria as mesmas variáveis pesquisadas por Pinto et al. (2015) e coletou uma amostra de sangue do jogador após o treino, que foi encaminhada para um laboratório de análise clínica, onde foi feita análise de hematócrito e determinados os valores de eletrólitos como o sódio, cálcio, cloro e potássio séricos.

Faça valer a pena

1. Relacione a coluna A com a Coluna B, no que se refere a problemas ligados com o calor durante as competições.

COLUNA A

1. Intermação
2. Cãibras pelo calor
3. Exaustão pelo calor
4. Síncope pelo calor

COLUNA B

( ) Cefaleia, náuseas, ingestão de líquidos.

( ) Massagem suave, gelo, pressão direta sobre o local e liberação.

( ) Sudorese profunda, temperatura normal ou levemente elevada, palidez, tontura.

( ) Geralmente sem sudorese, pele seca, temperatura alta (41°C), pulso rápido e forte.

Escolha a sequência correta referente a problemas ligados com o calor durante as competições:

a) 4, 1, 2, 3
b) 3, 4, 1, 2
c) 4, 2, 3, 1
d) 3, 1, 2, 4
e) 2, 4, 1, 3

2. Os exercícios intermitentes de alta intensidade possibilitam a perda significativa de fluídos corporais, especialmente quando são realizados em ambientes que impõem um alto estresse térmico. Para repor os líquidos corporais perdidos foram formuladas as bebidas isotônicas com o intuito de evitar várias consequências da realização do exercício sobre o organismo tais como:

I. Diminuição das reservas de carboidratos.

II. Ineficiência do mecanismo da sede.

III. Busca involuntária de líquidos para a reposição dos fluídos perdidos durante o exercício.

IV. Alteração da capacidade de absorção de nutrientes no trato digestório.

Escolha a alternativa correta que responde com qual intuito foram formuladas as bebidas isotônicas:

a) Somente as alternativas I, III e IV estão corretas
b) Somente as alternativas I, II e III estão corretas
c) Somente as alternativas II e III estão corretas
d) Somente as alternativas III e IV estão corretas
e) Somente as Alternativas I, II e IV estão corretas

3. Quanto aos efeitos da desidratação na saúde e no desempenho do atleta, coloque a letra (V) na afirmação verdadeira e a letra (F) na afirmação falsa:

( ) A desidratação diminui o desempenho esportivo, aumentando o risco de lesões e coloca em risco saúde do atleta.

( ) O aumento da desidratação pode se manifestar com câimbras musculares, apatia, franqueza e desorientação.

( ) É importante manter um nível de hidratação adequado porque durante o exercício a sede aparece no tempo certo.

( ) Perdas hídricas corpóreas acima de 2% do peso corporal ainda permitem a manter a capacidade do corpo de eliminar o excesso de calor durante a atividade física.

Escolha a sequência correta:

a) V, V, V, F

b) F, V, F, V

c) V, V, F, F

d) F, F, V, V

e) F, F, F, V

Seção 2.2

Carboidratos e proteínas

Diálogo aberto

A estagiária Selma continua sua caminhada para a consolidação do aprendizado que possibilitará que tenha acesso a tão desejada vaga para atuar como voluntária nas próximas Olimpíadas. O clube onde realiza seu aprimoramento contribui para que novas perguntas surjam e que novas soluções sejam encontradas. Ela percebeu que precisa ler muitos artigos científicos para se manter atualizada e ter acesso às últimas pesquisas aplicadas à nutrição esportiva. Na busca de conhecimentos atuais para auxiliar a alimentação adequada dos atletas que acompanha, as seguintes perguntas surgiram: qual é a importância do carboidrato como recurso ergogênico para as atividades intermitentes? A ingestão de dietas hiperproteicas aumentam a massa muscular? Como os aminoácidos e carboidratos podem regular o sistema imune?

Não pode faltar

A Seção 2.2, traz para você uma discussão enriquecedora sobre a utilização dos macronutrientes carboidratos e proteínas na nutrição esportiva. Convidamos você a fazer um mapa mental sobre os assuntos abordados para que tenha um melhor aprendizado. Com a elaboração do mapa vai compreender melhor a relação metabólica dos carboidratos e proteínas durante o exercício. Seu estudo se inicia entrando em contato com alguns tópicos sobre carboidratos como: definições e nomenclaturas, classificação dos carboidratos sob a perspectiva fisiológica, tipo de carboidrato e índice glicêmico, importância para o esporte, mecanismos ergogênicos, consumo pré e pós treino.

Depois, vamos estudar as proteínas nos aspectos: definição e classificação nutricional das proteínas, metabolismo energético e proteínas (repouso e exercício), aminoácidos e sistema imunológico, hipertrofia, ingestão e recomendação de proteínas.

Você precisa fazer seu mapa mental sobre os conteúdos, assim o

quebra-cabeça para seu estudo vai ser transformado em um quadro metabólico coerente.

Um bom estudo para você.

Introdução

Os carboidratos são o principal combustível para os músculos em exercícios de média e alta intensidade, proporcionando a energia necessária para manter uma contração muscular adequada durante a atividade física.

A contribuição dos carboidratos (CHO) no gasto energético depende de vários fatores como: tipo, frequência, duração e intensidade do exercício, nível do treinamento e a alimentação prévia.

Nas atividades esportivas, a proteína é utilizada na síntese de massa muscular e novos compostos proteicos induzidos pelo treino e para a reparação de tecidos após atividade física. Em exercícios de resistência, as proteínas desempenham a função de servir como substrato energético (gliconeogênese), juntamente com carboidratos e lipídeos.

Para atletas que realizam treinamentos de força, as proteínas atuam como material estrutural para a síntese de tecidos, que resultam em hipertrofia muscular.

Para suprir a maior demanda energética de atletas é necessário aumentar quantitativamente o consumo de alimentos, fornecendo uma dieta equilibrada e adequada para cada sujeito de forma que sejam respeitadas as proporções na oferta de carboidratos e proteínas para que cada macronutriente possa cumprir suas funções ergogênicas para o exercício físico, esse tema será discutido adiante.

Carboidratos

Os carboidratos, também chamados de glicídios ou hidratos de carbono, são formados pela fotossíntese e compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio, com fórmula empírica geral de $C_n(H_2O)_n$.

Podem ser encontrados na sua forma simples denominados monossacarídeos (glicose, frutose, galactose), em pares formando dissacarídeos (lactose, sacarose e maltose), em moléculas de 3 a 10 monossacarídeos, chamados oligossacarídeos (maltodextrina, inulina,

oligofrutose) e os polissacarídeos chamados de açúcares complexos, contendo mais de dez monossacarídeos (amido, dextrinas, glicogênio, celulose).

Os efeitos fisiológicos dos diferentes tipos de carboidratos estabeleceram uma nova classificação denominada índice glicêmico (IG). Para a determinação do um alimento são ingeridas 50g do alimento teste, com acompanhamento da glicemia durante 2 horas. O aumento de glicemia do alimento testado é comparado com elevação da glicemia provocada pela ingestão de glicose pura (IG=100).

O IG permite classificar como baixo quando apresentam taxas inferiores a 55; médio entre 56-69 e alto quando é superior a 70.

O grau de maturação do alimento pode alterar seu IG, um exemplo é a banana verde, que tem baixo IG quando comparada com a banana madura. Outro ponto a considerar é o grau de cocção dos alimentos que pode causar a hidrólise parcial do grão de amido, resultando em aumento do IG. A forma de preparo das refeições também irá influenciar o IG.

O IG inicialmente foi utilizado para auxiliar o controle da glicemia em indivíduos diabéticos e foi incorporado na rotina da nutrição esportiva devido ao uso de suplementos à base de carboidratos que apresentam diferentes velocidades de absorção, sendo um determinante do momento em que devem ser ingeridos durante a prática esportiva.

Usar o IG como estratégia de escolha do CHO permite manter as taxas de glicose plasmática para a realização do exercício e mantém o controle dos níveis de insulina, evitando hipoglicemia, além de conservar as reservas de glicogênio por um tempo maior.

Os carboidratos são os nutrientes mais estudados na nutrição esportiva e a ingestão desse macronutriente é importante porque desempenha funções tais como: permite a manutenção da glicemia, evitando episódios de hipoglicemia, promove manutenção e recuperação dos estoques de glicogênio, permite a otimização e utilização de aminoácidos para síntese de proteínas e colabora com a imunocompetência, fato importante para atletas em períodos de cargas de treinamento elevado.

O carboidrato é um substrato energético importante para as

atividades intermitentes, já que no final de cada sessão de treinamento ou evento competitivo são observadas drásticas reduções dos estoques de glicogênio.

Para tornar eficiente a repleção de glicogênio é necessário oferecer dietas ricas em carboidratos aos atletas, visto que as reservas são limitantes do exercício. Em geral é recomendado o consumo de 6 a 10 g de CHO/kg de peso corporal.

Os carboidratos no período de treinamento tem por objetivo a manutenção dos estoques de glicogênio corporais e o fornecimento de substrato adequado para a execução da atividade física, proporcionando glicose para o músculo esquelético e glicose e frutose para que o fígado consiga manter a síntese de glicogênio hepático.

Para o planejamento nutricional da dieta de um atleta, a quantidade de carboidratos deve ser estimada em relação ao peso corporal. As recomendações em função das horas de treinamento diário são:

- 1 hora/dia (6-7 g de CHO/kg de peso)
- 2 horas/dia (8 g de CHO/kg de peso)
- 3 horas/dias (9 g de CHO/kg de peso)
- 4 horas/dias (10 g de CHO/kg de peso)

Pesquise mais

Recomendamos a leitura de um texto de revisão científica sobre a utilização de carboidratos como recurso ergogênico na atividade esportiva, ele traz amplas discussões sobre considerações metabólicas e bioquímicas, diferentes tipos de carboidrato e o exercício físico, ingestão antes, durante e após, além da influência do índice glicêmico na prática da atividade física e no rendimento.

O artigo se intitula: *O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática*.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922015000200153>. Acesso em: 2 maio 2017.

Os CHO na pré-competição têm como finalidade aumentar de forma significativa os estoques de glicogênio, através do aumento da oferta dietética e diminuição progressiva da intensidade do treinamento.

Na primeira etapa (de 4 a 7 dias antes da competição), é sugerido realizar um aumento progressivo do valor estimado diário. Na segunda etapa (1 a 3 dias pré-competição), deve ser diminuído o tempo de treino , que dever ter no máximo 60 minutos diários de intensidade moderada a baixa, e a dieta deve fornecer 7 a 10 g de CHO/kg de peso corporal.

Modalidades esportivas com gasto energético elevado, com duração superior a 90 minutos, e atividades esportivas prolongadas com intervalos podem levar a obtenção de benefícios com a estratégia apresentada anteriormente.

Esse tipo de intervenção nutricional pode ser avaliado antecipadamente em relação à tolerância, na fase de treinamento, como uma medida de segurança e não poderá ser testado pela primeira vez antes da competição.

Entre 3 a 4 horas antes da competição é recomendada a ingestão de 4 a 5 g de CHO/kg de peso corporal (alto índice glicêmico). Por outro lado, para evitar uma hipoglicemia de rebote após a ingestão de CHO de alto índice glicêmico é feita a prescrição de 1 a 2 CHO/kg de 1 a 2 horas antes da competição.

Durante a competição tem sido observados benefícios oferecendo carboidratos em esportes de tempo prolongado (mais de 90 minutos), com intensidade igual ou superior a 70% do VO_{2max} .

Para favorecer a resistência na competição e manter os níveis de glicemia, são sugeridos aportes de 45-60g de CHO/hora (0,8 g/CHO/minuto).

O esvaziamento gástrico de soluções de CHO é de 1.000 mL/hora, para bebidas que não ultrapassem a concentração de 10g/100 mL de solução.

Quanto ao tipo de CHO utilizado, é sugerido que a composição seja uma mistura de glicose, maltodextrina e frutose, observando sempre que a frutose seja oferecida em menor concentração, pois está associada a menor velocidade de esvaziamento gástrico, portanto, com menos tolerância digestiva e maior lentidão da disponibilidade do CHO.

Os carboidratos podem ser oferecidos durante a competição na forma de géis e líquidos que simultaneamente favorecem a hidratação.

Para a recuperação do glicogênio muscular, uma dieta rica em carboidratos, com alto índice glicêmico, pode repor o glicogênio em 24 horas.

Proteínas

As proteínas são compostas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo, ferro e cobalto.

A palavra proteína se origina do grego *protos*, que significa nutriente de primeira importância. A unidade estrutural da proteína é o aminoácido, e estes podem ser essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais.

Para formar a molécula proteica os aminoácidos se ligam entre si por ligações peptídicas. Assim, quando dois aminoácidos estão ligados são denominados dipeptídios, tripeptídios (três aminoácidos) e polipeptídeos (muitos aminoácidos ligados uns aos outros).

A composição de aminoácidos é típica para cada proteína, para que ela seja sintetizada é necessário que todos os aminoácidos exigidos estejam no local de síntese. Se um aminoácido estiver escasso, haverá uma limitação no processo de síntese proteica e esse componente será definido como aminoácido limitante. Existem aproximadamente 20 aminoácidos essenciais para a síntese proteica e todos são metabolicamente essenciais.

Os aminoácidos essenciais são aqueles que devem ser ofertados pela dieta porque o organismo não consegue sintetizar em quantidade suficiente (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina para adultos).

Os aminoácidos não essenciais desempenham funções biológicas importantes, mas não precisam ser fornecidos pela dieta porque são sintetizados em quantidades suficientes por processos endógenos (ácido glutâmico, alanina e ácido aspártico).

Os aminoácidos condicionalmente essenciais são os que possuem uma capacidade limitada de síntese endógena em relação à sua demanda elevada (arginina, histidina, cisteína, glicina, tirosina, glutamina e prolina)

As proteínas de alto valor biológico contêm todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas, sendo melhor utilizadas pelo organismo. Estão presentes em alimentos de origem animal, porém a soja (proteína vegetal) e seus derivados é considerada uma proteína de alto valor biológico.

As proteínas de baixo valor biológico não possuem quantidades adequadas de aminoácidos essenciais. São encontradas em alimentos

de origem vegetal, sendo as leguminosas sua principal fonte.

No que se refere a metabolismo energético e proteína, o principal destino da proteína ingerida em estados de repouso é a construção e manutenção da estrutura corporal. Existem condições específicas em que as proteínas podem contribuir para o fornecimento de energia quando ingeridas em excesso e/ou em estados em que os carboidratos e lipídios não estão atingindo as necessidades nutricionais.

Nos exercícios de resistência, as proteínas têm uma função complementar de servirem como substrato energético, juntamente com os carboidratos e lipídios.

O treinamento exaustivo de atletas pode levar a um pequeno aumento das necessidades diárias de proteínas, para o reparo de possíveis lesões nas fibras musculares causadas pelo exercício.

Os atletas com atividade física crônica elevada mobilizam suas proteínas musculares, portanto, oxidam mais aminoácidos essenciais, o que implica em aumento das necessidades.

Esse aumento da necessidade pode ser justificado pela hipertrofia muscular em esportes que demandam um esforço máximo, como levantamento de pesos e luta.

Pesquise mais

Para saber mais sobre a importância da proteína para a nutrição esportiva, leia o artigo: *Efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia ocasionada pelo treinamento resistido: uma visão atual*, que discute e sintetiza as pesquisas que analisaram a influência da ingestão de proteínas sobre a hipertrofia muscular ocasionada pelo treino resistido.

Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/595/521>. Acesso em: 2 maio 2017

Nas modalidades esportivas de resistência e no treinamento de força, que visam à hipertrofia muscular, a necessidade proteica é de aproximadamente 1,2 a 1,7 g/kg de peso corporal.

O consumo de altas doses de suplementos de aminoácidos e proteínas, com a finalidade de promover ganho de massa muscular, é especialmente praticada por fisiculturistas. É necessário esclarecer que o principal fator de intervenção para o ganho de massa magra é trabalhar o músculo várias vezes por semana, pelo menos ao 70% da sua capacidade máxima, de outra forma o excesso de proteínas

ingeridas vai ser estocada na forma de gordura.

A ingestão proteica para atividades intermitentes de alta intensidade deve ser de 1,4 a 1,6 g/kg de peso corporal. Na recuperação pós exercício de 0,2 a 0,4 g/kg de peso corporal.

Uma prática que promove a saúde do atleta é manter a ingestão inferior a 2 g/kg de peso corporal, porque o excesso pode contribuir para a desidratação, esclerose renal associada ao envelhecimento e desmineralização óssea.

As recomendações proteicas são conservadoras e têm como objetivo otimizar as respostas do treinamento e a recuperação depois do exercício.

Assimile

O material, proposto anteriormente para a leitura nesta seção, mostrou que não pode faltar na dieta o carboidrato como fonte principal de energia durante o treinamento e a competição, por ser o macronutriente que aumenta as reservas de glicogênio nos esforços prolongados.

Os carboidratos têm uma ação poupadora de proteína, viabilizando o uso do esqueleto carbônico dos aminoácidos essenciais ingeridos com a dieta, para a síntese de novas proteínas capazes de estimular a hipertrofia muscular.

Existem evidências de que tanto os carboidratos quanto as proteínas atuam como fatores que melhoram a resposta imune, quando fornecidos através de uma alimentação adequada.

Existe uma relação de perfeito equilíbrio entre proteínas e carboidratos durante a utilização de ambos os nutrientes como recurso ergogênico para a melhora do desempenho. Exemplificando, a integração metabólica dos carboidratos e proteínas pode ser visualizada na Figura 2.2

A glutamina é a amida do ácido glutâmico. É um aminoácido não essencial abundante no organismo.

Uma das suas ações é estimular a glicogênio sintetase, o que a torna um aminoácido relevante para modalidades esportivas de resistência, porque favorece a ressíntese de glicogênio muscular. No sistema imune é um nutriente energético para macrófagos e linfócitos. As células que consomem mais glutamina são as pertencentes ao sistema imune do intestino e rins.

O atleta utiliza glutamina na busca da melhoria da recuperação pós exercício e para aumentar a resistência às infecções, porque inibe a produção de citocinas envolvidas em processos inflamatórios e na imunossupressão. As doses prescritas são de 30 mg/kg de peso corporal, com dosagem máxima diária de 5g (tomadas duas vezes ao dia, uma antes e outra imediatamente após o exercício).

Também é de interesse para a nutrição esportiva o uso de aminoácidos ramificados (BCAA – *Branched chain amino acids*) leucina, isoleucina e valina, os quais são relacionados com a hipótese de reduzir a fadiga central, assim como também pela possível função como fonte de energia para o exercício e seu efeito anabólico sobre o tecido muscular.

A hipótese da fadiga central propõe que a ingestão de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) aumenta a concentração plasmática, reduzindo a passagem do triptofano pela barreira hematocefálica, diminuindo a síntese da serotonina e consequentemente reduz a sensação da fadiga. Esse fato permite que o atleta possa treinar mais, realizar um trabalho muscular maior, melhorando o rendimento.

A oxidação dos aminoácidos de cadeia ramificada durante exercícios de endurance é um exemplo da utilização de proteínas como fonte de energia. Nesse contexto, é constatado que o exercício de longa duração realizado até a exaustão diminui o conteúdo de glicogênio muscular, os intermediários do ciclo de Krebs, resultando num aumento da oxidação de ARC. A ingestão de CHO antes e durante o exercício pode prevenir a ativação do complexo enzimático que oxida o ARC, fato que comprova que a ingestão calórica e de carboidratos adequada pode contribuir para reduzir a degradação proteica de sujeitos que praticam exercícios prolongados intensos.

São utilizadas doses acima de 5g de ACR, mas deve ser atendida uma proporção entre os três aminoácidos e para se estabelecer um consumo seguro é importante que a proporção seja semelhante ao encontrado em proteínas de origem animal (100 g de peito de frango contém 470 mg de valina, 375 mg de isoleucina e 656 mg de leucina).

Reflita

Os carboidratos e proteínas são macronutrientes que proporcionam a energia necessária para a manutenção do metabolismo corporal durante o estado de repouso e para a realização da atividade física.

Existe uma extensa pesquisa sobre o uso das proteínas e carboidratos como recursos ergogênicos para o desempenho esportivo.

Ambos os nutrientes aportam 4 kcal/g, mas o consumo de carboidrato se destaca como substrato suplementar energético para a realização de exercícios físicos e como poupador dos estoques de glicogênio muscular. Com certeza é o nutriente mais estudado associado ao rendimento esportivo.

Um dos produtos mais vendidos para os atletas são os suplementos de proteínas (whey protein) e/ou aminoácidos (BCAA) Mesmo que a ingestão de proteínas seja essencial para o crescimento muscular e para a reparação de tecidos após o exercício, é um macronutriente que pode ser obtido de forma adequada numa dieta convencional.

Devemos lembrar também que alguns tipos de suplementos têm sido fonte potencial de substâncias ilegais que não constam no rótulo e devem ser evitados.

A suplementação de aminoácidos isolados é uma extensa prática habitual. Não obstante, deve ser considerado que o metabolismo de aminoácidos é muito complexo, já que podem acontecer interconversões no metabolismo bioquímico, que exercem influência na transmissão do impulso nervoso e na secreção de hormônios. Outro ponto a refletir é que o excesso de um aminoácido ofertado através da utilização de suplementos pode provocar um desequilíbrio nutricional, uma vez que pode diminuir a absorção de outros aminoácidos essenciais.

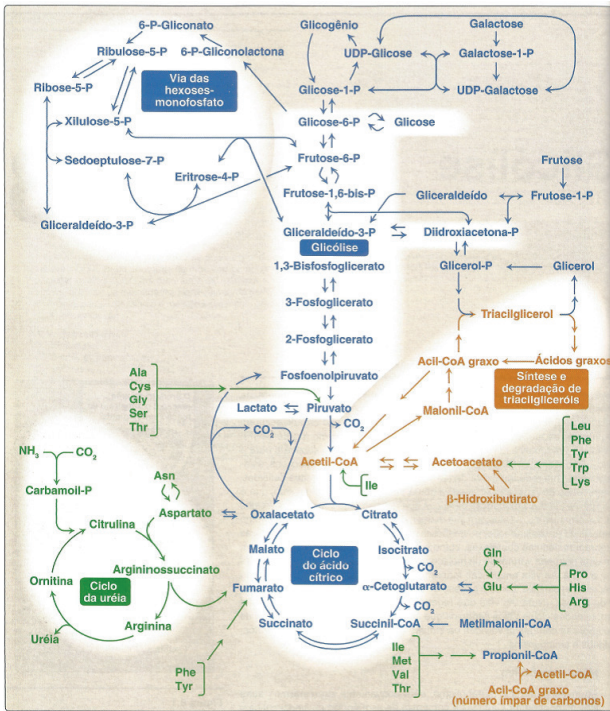
Sobre carboidratos e proteínas ainda podemos responder os questionamentos a seguir:

1. O índice glicêmico de um alimento é capaz de influenciar o desempenho esportivo?

2. Estoques elevados de glicogênio podem ser, a longo prazo, prejudiciais para a saúde do atleta?

3. Como deve ser o equilíbrio na oferta de carboidratos e proteínas para garantir um bom desempenho esportivo?

Exemplificando

Figura 2.2 | Integração metabólica de carboidratos, proteínas e lipídios

Fonte: Champe (2009, p. 92).

No esquema acima pode ser visualizada a integração metabólica dos macronutrientes carboidratos, proteínas e lipídeos. Qualquer dos três nutrientes, quando ingeridos através da dieta e/ou removidos dos tecidos endógenos, podem ser utilizados para a produção de energia.

A quantidade empregada de cada um dos macronutrientes para a produção de energia dependerá de diferentes fatores, como o estado nutricional, hormonal, o tipo de atividade física e/ou o tipo de célula, dentre outros.

Podem ser produzidas interconversões entre os diferentes macronutrientes, por exemplo: o esqueleto carbônico dos carboidratos pode ser utilizado para a síntese de aminoácidos conjuntamente com reações de fixação de amônia, catalisadas pelas enzimas L-glutamato desidrogenase e transaminases. Por outro lado, os carboidratos são a

principal fonte de carbonos para a síntese de lipídeos. Os aminoácidos, por sua vez, podem ser fonte de carbono para a síntese de lipídeos em dietas hiperproteicas.

Na deficiência de carboidratos na dieta e/ou baixa das reservas de glicogênio muscular e hepático, os aminoácidos podem produzir glicose pela neoglicogênese.

Sem medo de errar

Depois de ter consultado vários artigos, a estagiária Selma tem o conhecimento suficiente para responder as perguntas da situação problema proposta no "diálogo aberto". Você também pode fazer o mesmo e responder a primeira questão: qual é a importância do carboidrato como recurso ergogênico para as atividades intermitentes? Os esforços intermitentes combinam períodos de exercício com períodos de inatividade. Esse tipo de atividade é habitual no treinamento e em muitas modalidades esportivas. O combustível empregado nas atividades intermitentes depende da intensidade, duração do esforço, tempo de intervalo para descanso e o número de vezes que se repete o esforço. As variáveis mencionadas anteriormente são determinantes da diminuição dos estoques de glicogênio, enquanto a restituição dos mesmos (hepático e muscular) dependerá da dieta.

Durante o exercício o glicogênio diminui gradualmente e o rendimento se deteriora. Um meio eficaz de melhorar o desempenho é aumentar os estoques de glicogênio no músculo esquelético e no fígado antes de iniciar o exercício. A disponibilidade de carboidratos para o músculo é um fator limitante do rendimento em exercícios intermitentes de alta intensidade.

Geralmente são recomendadas dietas ricas em carboidratos para praticantes de atividades intermitentes porque promovem o aumento das reservas musculares de glicogênio e retardam o aparecimento da fadiga. Dietas com elevado teor de carboidratos e a ingestão de carboidratos antes e durante o exercício, tem mostrado ser benéfico devido ao aumento das concentrações hepáticas de glicogênio e a manutenção das concentrações de glicose sanguínea.

Na segunda questão: A ingestão de dietas hiperprotéicas aumentam a massa muscular? A resposta é que o consumo de dietas ricas em proteínas ou a suplementação de aminoácidos, por si só, não resultam necessariamente em um aumento significativo de massa muscular.

A proteína ingerida acima das necessidades nutricionais é utilizada como fonte de energia, sendo estocada na forma de tecido adiposo no organismo.

O aumento da massa muscular acontece quando a taxa de síntese proteica muscular excede a taxa de degradação, promovendo um balanço nitrogenado positivo.

Para propiciar um balanço nitrogenado positivo é importante que exista um equilíbrio entre a ingestão de proteína e carboidratos, de forma que o carboidrato atue como um poupador de proteína para que ela possa desempenhar sua função plástica na formação de novos tecidos (músculos). De acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte, é recomendada a ingestão proteica diária de 1,6 a 1,7 g/kg de peso corporal para treinamento de força daqueles que buscam aumentar a massa muscular.

É fato que os atletas, durante um treinamento intenso de endurance ou de força, apresentam uma demanda proteica que pode ser maior que as recomendações diárias para indivíduos sadios não atletas (0,8 g/kg de peso corporal/dia).

No referente à pergunta: como os aminoácidos e carboidratos podem regular o sistema imune? A estagiária de educação física conclui que o exercício físico pode modular a resposta imune induzindo alterações na quantidade de células brancas, citocinas e hormônios como o cortisol. Exercícios intensos podem diminuir a função imunológica, tornando o atleta mais susceptível a infecções podendo, assim, prejudicar o desempenho nas competições.

Para melhorar a resposta imune, a intensidade do exercício físico e a alimentação devem ser acompanhados simultaneamente, porque dietas inadequadas aumentam o estresse metabólico provocado pelo exercício.

Pesquisas recentes comprovam que o consumo de bebidas carboidratadas antes e durante o exercício intenso diminuem os níveis de cortisol e aumentam as concentrações de imunoglobulina A salivar (IgA-s), que evita infecções da cavidade oral e do trato respiratório.

O aminoácido glutamina também contribui para melhorar a resposta imune porque atua como substrato energético para macrófagos e linfócitos, além de inibir citocinas envolvidas em processos inflamatórios e na imunossupressão. Durante o exercício intenso e prolongado, a demanda de glutamina pelos músculos e outros órgãos se encontra aumentada, portanto, se não fornecida em quantidades suficientes através de alimentos como produtos lácteos, carnes e frutas secas, pode influenciar de forma negativa a imunocompetência do atleta.

Avançando na prática

Equilibrando carboidratos e proteínas no futebol

Descrição da situação-problema

Após a avaliação dos treinos do dia, a estagiária de Educação Física ouviu o relato de vários jogadores apresentando queixas de fadiga e dores musculares. Imediatamente aplicou uma anamnese alimentar com a nutricionista da equipe e identificaram que alguns jogadores tomam um shake contendo somente whey protein e outros tomam maltodextrina com leite. Na reunião com a equipe multiprofissional que acompanha os atletas decidiram preparar um teste para verificar se os carboidratos e proteínas estavam sendo prescritos de forma correta. Para o cálculo da quantidade de macronutrientes foi aferido o peso de todos os jogadores, encontrando um peso médio de 73 kg de peso corporal. Para o teste dividiram a equipe em três grupos que receberam bebidas com diferentes composições, sendo o carboidrato ofertado na forma de maltodextrina e a proteína na forma de lactoalbumina:

o grupo I recebeu a oferta de 0,8 g de CHO/kg/hora.

Ao grupo II foi oferecido uma mistura de CHO (0,8 g/kg/hora) + Proteína (0,4g/kg/hora).

O grupo III recebeu 0,4 g de proteína/kg/hora.

Todos jogadores treinaram durante 60 minutos sem intervalo.

Os jogadores do grupo II apresentaram melhores resultados no rendimento. O pior resultado foi apresentado pelo grupo III. Com base nesses dados:

1. Calcule as quantidades de CHO e proteína oferecidas

durante o treino.

2. Explique os resultados encontrados quanto ao desempenho encontrado em função das leituras realizadas na Seção 2.2.

Resolução da situação-problema

A quantidade de CHO a ser ofertada é: peso médio dos atletas X 0,8

Quantidade de CHO = 73 X 0,8 = 58,4 g/hora

Quantidade de Proteína = Peso médio dos atletas X 0,4

Quantidade de Proteína = 73 X 0,4 = 29,2 g/hora

A quantidade de CHO foi o dobro da quantidade de proteína oferecida, para ter carboidrato disponível para a produção de energia e poupar a proteína e a massa muscular dos atletas.

O melhor desempenho do grupo II se justifica porque os atletas receberam mais energia considerando que tanto o CHO como a proteína fornecem 4 kcal/g e seguindo o raciocínio a seguir:

Calorias fornecidas por CHO = 58,4 X4 = 233,6 kcal (grupo I)

Calorias fornecidas pela mistura CHO + Proteína = (58,4 + 29,2) X 4 = 350 kcal (grupo II)

Calorias fornecidas pela Proteína = 29,2 X 4 = 116,8 kcal

Os resultados sugerem que aconteceu um aumento da síntese de glicogênio no grupo II com a ingestão da mistura CHO + Proteína, provavelmente atribuído ao incremento da secreção de insulina (hormônio anabólico) que produz maior captação de glicose plasmática pelas células hepáticas e musculares. Por outro lado, a proteína utilizada tem na sua composição o aminoácido glutamina que pode influenciar a síntese de glicogênio hepático e muscular nos pós-exercício.

Faça valer a pena!

1. Um atleta de judô de 14 anos de idade pesando 58 kg, passou por avaliação nutricional para verificar a ingestão de proteína durante a atividade física. No recordatório 24 horas foi encontrado que consome 85 g de proteína/dia. A recomendação nutricional de proteína para a faixa etária do atleta é de 1,8 a 2,0 g/proteína/dia por quilo de peso corporal. Os dados levantados permitem concluir que:

I. A quantidade de proteína recomendada por dia para o atleta é de 104,4 a 116 g/dia de proteína.
II. A oferta de 85 g de proteína diariamente será suficiente para manter o crescimento e desenvolvimento do atleta.
III. O consumo de proteína do atleta encontrado no recordatório 24 horas é de 1,46 g/proteína por quilo de peso corporal.
IV. O atleta apresenta um déficit de consumo de proteína de 60%.
Em relação à ingestão proteica do atleta de judô adolescente a alternativa correta é:
a) Somente as alternativas I e II estão corretas.
b) Somente as alternativas II e III estão corretas.
c) Somente as alternativas I e III estão corretas.
d) Somente as alternativas I, II e IV estão corretas.
e) Somente as alternativas II e IV estão corretas.

2. Existem justificativas para a recomendação de carboidratos e proteínas após os treinos de longa duração, onde é preconizado que esses macronutrientes, devem ser ingeridos até um período de duas horas ou logo após o término do exercício físico.
Escolha a alternativa correta que justifica a recomendação de carboidratos e proteínas e cita os alimentos que seriam mais indicados:
a) É recomendado ingerir carboidratos até um período de 2 horas ou logo após o término do exercício, pois quanto mais rápida a ingestão de carboidratos, mais eficiente é a atividade da enzima glicogênio sintetase e, portanto, mais eficiente é a reposição do glicogênio. Também é necessária a ingestão de proteínas para repor os aminoácidos utilizados durante o exercício e para auxiliar na reparação do tecido muscular. Alimentos indicados: massas, pão, arroz, batata e carne, frango, peixe.
b) É recomendado ingerir carboidratos até um período de 2 horas ou logo após o término do exercício, pois os carboidratos, assim como as proteínas, são os responsáveis pela regeneração das fibras musculares. As proteínas são fundamentais para a reposição do glicogênio muscular. Alimentos indicados: pão com queijo (preferivelmente, queijos amarelos por conterem maior conteúdo proteico).
c) Esses nutrientes são recomendados para serem ingeridos até um período de 2 horas ou logo após o término do exercício, pois ambos fornecem energia, que é utilizada durante o exercício. Alimentos indicados: coca-cola, doces ou outros alimentos de alto índice glicêmico e carne.
d) É recomendado ingerir carboidratos até um período de 2 horas ou logo após o término do exercício, pois nesse período há inativação da enzima responsável pela síntese de glicogênio, o qual, quando produzido em excesso, pode contribuir para o aumento de peso, sendo indesejável

para atletas. As proteínas fornecem a energia utilizada durante o exercício. Alimentos indicados: carne vermelha e leite integral.
e) Recomenda-se ingerir carboidratos, pois, após o exercício, esse nutriente é convertido em gordura (estando em excesso ou não), a fim de repor a gordura utilizada durante o exercício. As proteínas são necessárias para a reparação do tecido muscular. Alimentos indicados: pão, mel e manteiga.

3. Os carboidratos são considerados nutrientes importantes para melhorar o desempenho dos atletas durante o exercício porque eles têm a função de:
I. Manter a glicemia, evitando episódios de hipoglicemia.
II. Promovem manutenção e recuperação dos estoques de glicogênio.
III. A proporção adequada de carboidratos na dieta permite a utilização de aminoácidos para a produção de energia.
IV. A ingestão adequada de carboidratos melhora a imunocompetência, fato importante para atletas em períodos de cargas de treinamento baixas.
Selecione a alternativa correta em relação à função dos carboidratos no desempenho de atletas:
a) Somente as alternativas I e IV estão corretas.
b) Somente as alternativas I e III estão corretas.
c) Somente as alternativas II e III estão corretas.
d) Somente as alternativas I e II estão corretas.
e) Somente as alternativas III e IV estão corretas.

Seção 2.3

Lipídeos

Diálogo aberto

A disciplina Nutrição aplicada à saúde e ao esporte, já está chegando ao final da Unidade 2. Cada seção traz novos conceitos que precisam ser adquiridos e, é claro, não existe aprendizagem sem problematização que abra espaço para uma melhor análise do assunto e que estimule o debate.

Você e a estagiária Selma depois de lerem o título da seção já se perguntaram: quais são as rotas metabólicas para a produção de energia que utilizam como substrato os lipídeos? Quais são as características de uma dieta hiperlipídica? Por que os lipídeos são importantes na alimentação do atleta?

Não pode faltar

A Seção 2.3 trata da utilização dos lipídeos durante o exercício físico. Alguns assuntos serão detalhados a seguir como: a digestão, absorção e metabolismo dos lipídeos da dieta; a produção de energia pelo Ciclo glicose-ácidos graxos; aplicação prática: *Fat Loading*; elevação aguda de ácidos graxos no plasma; uso de dietas hiperlipídicas na atividade física Triglicerídeo de cadeia média; ômega-3 e auxílio no desempenho; ácido linoleico conjugado.

Introdução

Os lipídeos envolvem várias substâncias orgânicas que são insolúveis em água. Os três lipídeos com maior importância nutricional são os triglicerídeos (principal forma na qual se encontram nos alimentos e como são armazenados no organismo), o colesterol e os fosfolipídios. Os três têm como componente comum os ácidos graxos.

Os lipídeos podem ser utilizados como combustível durante a realização do esforço físico e o uso desse substrato pode ser importante para a saúde e o rendimento físico. Os lipídeos utilizados

podem vir de fontes intra ou extramusculares, sendo que a escolha de uma ou outra fonte depende da intensidade e duração do exercício. Os lipídeos intramusculares serão utilizados localmente, porém, os extramusculares não.

Do ponto de vista prático, numa mesma sessão pode ser realizado o treino com a finalidade de aumentar o rendimento aeróbico, enquanto os lipídeos são utilizados como substrato energético.

Os lipídeos são substâncias orgânicas de origem vegetal ou animal, compostas na maioria das vezes por ácidos graxos e glicerol, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos.

Na sua estrutura química é formado por hidrogênio, oxigênio, podendo conter nitrogênio, fósforo e enxofre, raramente.

Tem como funções: o transporte de vitaminas lipossolúveis, fornecimento de energia (cada grama fornece 9KCal), proteção dos órgãos, isolamento térmico, confere palatabilidade aos alimentos e participa da formação de sais biliares.

Classificação dos lipídeos

Os lipídeos são classificados como simples (monoglicerídeos, diglicerídeos e triglicerídeos) e compostos, que são formados por ácidos graxos, glicerol e uma substância não lipídica (lipoproteínas e fosfolipídios). Derivados são substâncias produzidas na hidrólise ou degradação enzimática dos lipídeos, a exemplo do colesterol.

Os triglicerídeos são classificados em simples, insolúveis em água, formados pela união de três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol, presentes em cerca de 95% dos alimentos que são consumidos.

Os ácidos graxos (AG) em relação a sua saturação são classificados em saturados e insaturados. Os ácidos graxos saturados são encontrados em produtos de origem animal e em alguns óleos vegetais (coco e dendê). Em geral são sólidos a temperatura ambiente e não apresentam duplas ligações.

Os ácidos graxos insaturados, são encontrados em produtos de origem vegetal, são geralmente líquidos a temperatura ambiente e dentro das suas estruturas apresentam duplas ligações.

Os ácidos graxos insaturados podem ser monoinsaturados (MUFA) e poli-insaturados (PUFA). Os MUFA apresentam uma dupla ligação

e são encontrados em produtos de origem vegetal (azeite de oliva, óleo de canola, castanhas, abacate e amêndoas), um exemplo é o ácido oleico. Os PUFA, tem uma ou mais duplas ligações (ácido linoleico, linolênico e araquidônico), e são encontrados em alimentos de origem vegetal como o óleo de milho, soja, algodão, girassol, gergelim e nozes.

Os ácidos graxos essenciais são aqueles que precisam ser consumidos com a alimentação. De acordo a essencialidade são classificados em essenciais e não essenciais.

Os ácidos graxos essenciais são o ácido linoleico (ômega-3) e linolênico (ômega-6). Os ácidos graxos não essenciais são sintetizados no organismo a partir da ingestão de ácidos graxos essenciais; exemplos de ácidos graxos não essenciais são o ácido graxo oleico e o araquidônico.

Os AG's também são classificados em relação a sua quantidade de carbonos, em ácidos de cadeia curta (formados por 4 a 6 carbonos), ácidos de cadeia média (com 8 a 12 carbonos) e ácidos graxos de cadeia longa (com quantidade maior a 14 carbonos).

Também existem os ácidos graxos trans, conhecidos popularmente como gordura trans, que são inicialmente insaturados, mas podem sofrer hidrogenação (saturação) na indústria ou através de aquecimento extremo na hora do preparo das refeições. Os ácidos graxos trans melhoram a consistência e dão palatabilidade aos alimentos industrializados, porém, seu consumo tem sido amplamente associado ao aumento de cardiopatias ocasionadas ao poder aterogênico do mesmo.

O colesterol é um esterol presente nos tecidos, podendo existir uma síntese hepática endógena e também pode ser obtido de forma exógena através da dieta ingerida diariamente. É um componente essencial para as membranas celulares, para a síntese de hormônios e sais biliares, como também é precursor da vitamina D. Seu transporte sanguíneo é realizado pelas lipoproteínas, mas seu excesso pode causar obstrução de veias e artérias cardíacas.

Digestão, absorção e transporte

A digestão dos lipídeos é iniciada na boca, pela enzima lipase salivar, logo após, segue para o estômago onde sofre a ação da

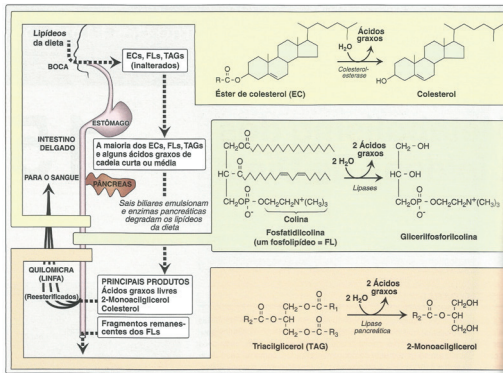
lipase gástrica. Até aqui, os triglicerídeos e colesterol totalizam aproximadamente 30% da digestão.

O fígado produz a bile, que será armazenada na vesícula biliar, para ser lançada posteriormente no duodeno, juntamente com a lipase pancreática, hidrolisando os triglicerídeos até formar ácidos graxos livres, monoglicerídeos, diglicerídeos e glicerol. Esses produtos por sua vez se unem aos sais biliares formando micelas. Por outro lado, o colesterol sofre a ação da enzima colesterol esterase e é transportado posteriormente pelas lipoproteínas.

As micelas transportam os ácidos graxos e o colesterol até a mucosa intestinal, onde ocorre a absorção. Após a absorção, os ácidos graxos de cadeia curta e média vão até a veia porta e os ácidos graxos de cadeia longa são re-esterificados até formar novamente triglicerídeos.

O colesterol e as vitaminas lipossolúveis, para serem absorvidos, são protegidos pelas moléculas anfipáticas (moléculas que possuem uma porção hidrofílica e outra hidrofóbica) que, juntamente com proteínas específicas, formam as lipoproteínas (quilomicrons, VLDL, LDL e HDL), que transportam os lipídeos no organismo.

Os quilomícrons transportam os triglicerídeos e o colesterol proveniente da dieta para os tecidos periféricos e fígado, respectivamente. A lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) é produzida no fígado e é responsável pelo transporte dos triglicerídeos e do colesterol endógeno. A lipoproteína de baixa densidade (LDL) tem como função a distribuição do colesterol para os tecidos periféricos, porém, quando há excesso, a exemplo de uma hipercolesterolemia, o colesterol passa ser depositado nos vasos, causando a arteriosclerose. A lipoproteína de alta densidade (HDL) é sintetizada no fígado e faz a captura do colesterol livre nos tecidos periféricos, retirando-o da circulação e o transporta para o fígado, onde é degradado e excretado sob a forma de sais biliares.

Figura 2.3 | Visão geral da digestão dos lipídeos da dieta

Fonte: Champe (2009, p. 174)

Metabolismo

Os lipídeos produzem energia mediante a β-oxidação, na mitocôndria, passando a liberar ATP via sistema aeróbio. É uma fonte energética ilimitada para a prática de exercício físico. Pelo fato de não armazenar água, pode acumular maior quantidade de energia, fornecendo uma média de 9 kcal/g oxidada, quando comparada com os carboidratos que produzem 4kcal/g. Em termos de rendimento energético, os lipídeos são capazes e fornecer mais do que dobro da energia produzida pelo carboidrato.

Os ácidos graxos utilizados pela célula muscular como combustível energético podem vir dos triglicerídeos armazenados no tecido adiposo e dos triglicerídeos do próprio músculo (endógenos), assim como também das proteínas circulantes.

Para que os ácidos graxos armazenados no tecido adiposo possam chegar no espaço intramitocondrial das fibras musculares será necessário passar por uma mobilização a partir das suas reservas, até o transporte para o interior da mesma.

A taxa lipolítica dependerá da concentração da albumina sérica, que é a proteína carreadora de ácidos graxos, assim como do fluxo sanguíneo.

O fluxo sanguíneo na musculatura de atletas que realizam exercício de resistência, se encontra elevado, porque o número de

vasos musculares aumenta na região muscular treinada.

O hormônio cortisol tem seus níveis aumentados durante a realização de exercício físico, especificamente em treinamentos aeróbicos de maior intensidade (60% do VO_{2max}), fato que potencializa a atividade da enzima lipase, hormônio sensível, com consequente aumento da remoção de ácidos graxos do tecido, disponibilizando esse substrato como fonte energética.

A transferência intramitocondrial de ácidos graxos dependerá principalmente dos níveis séricos de ácidos graxos e do complexo conhecido como carnitina-acil-CoA transferase, que catalisa a transferência do grupo acila unido ao átomo de enxofre da CoA, para o grupo hidroxila da carnitina, auxiliando a formação de acil-carnitina. A acil-carnitina atuará como lançadeira dos grupos acilas através da membrana mitocondrial interna.

Na β-oxidação, o acil-CoA graxo é degradado em parte a acetil-CoA e o resíduo de acil-CoA tem sua cadeia encurtada em dois carbonos. As unidades acetil-CoA podem entrar no ciclo dos ácidos tricarboxílicos (ciclo de Krebs) e seguir a mesma rota metabólica de unidades de acetil-CoA formadas a partir de piruvato. É conhecido que ácidos graxos de cadeia média e curta são oxidados mais rapidamente quando comparados com ácidos graxos de cadeia longa.

Existe uma importante relação metabólica entre os carboidratos e os lipídeos. É fato que a redução dos estoques de glicogênio aumenta a mobilização de ácidos graxos, reduzindo a utilização de glicose. Por outro lado, quando os estoques de glicogênio são recarregados, pode ser constatada uma redução dos ácidos graxos plasmáticos como resposta a uma menor mobilização a partir do tecido adiposo e uma maior utilização da glicose pelo músculo (**ciclo glicose-ácidos graxos**).

Os triglicerídeos plasmáticos vêm sendo considerados uma fonte energética importante. Durante o exercício de intensidade moderada as lipoproteínas transportadoras (VLDL e quilomícrons), não sofrem modificação, por outro lado o exercício intenso é capaz de promover diminuição nas concentrações sanguíneas.

Vários fatores condicionam o uso dos ácidos graxos como combustível energético dentre os quais podem ser destacados:

- Intensidade do exercício: os ácidos graxos são o principal substrato energético durante o repouso e em atividades de baixa

intensidade. A máxima oxidação de gorduras se encontra na faixa de 50-65% do VO_{2max}.

- Duração do exercício: o aumento da contribuição das gorduras no metabolismo energético é diretamente proporcional ao aumento da duração do exercício, mesmo quando realizado sem variação de intensidade.

- Dieta: a dieta pode condicionar os estoques de glicogênio antes de iniciar o exercício. Maiores quantidades de glicogênio armazenado antes de iniciar a atividade física, favorecerão uma maior utilização de carboidratos desde o início da atividade. Da mesma forma uma dieta **hiperlipídica** (rica em gorduras) e hipoglicídica (pobre em carboidratos), faz com que os ácidos graxos sejam utilizados em maior proporção (***Fat Loading***) desde o início do exercício, assim como também causará uma maior taxa de utilização a intensidades maiores. Esse fato pode ser explicado porque baixos níveis de carboidrato têm como consequência o aumento do cortisol e a ativação da lipase. O aumento da disponibilidade de ácidos graxos estimula a capacidade de oxidar ácidos graxos, com a finalidade de poupar glicogênio e melhorar o desempenho físico do atleta.

Assimile

Você aprendeu que os lipídeos são macronutrientes veiculados pela dieta que precisam ser digeridos, absorvidos e metabolizados. A disponibilidade de ácidos graxos livres permitirá a conversão deles em Acetil-CoA e a entrada no ciclo de Krebs para produzir a energia necessária para realizar a atividade física (ciclo glicose-ácidos graxos). Os lipídeos passam a ser utilizados como combustíveis de acordo com a intensidade e duração do exercício.

Os ácidos graxos livres são substratos energéticos preferenciais em exercícios de baixa intensidade e longa duração.

Com base nos estudos do ciclo glicose-ácido graxo, surgiram aplicações práticas onde se aumenta a disponibilidade de ácidos graxos utilizando dietas hiperlipídicas (*Fat loading*) para provocar uma elevação plasmática de ácidos graxos e induzir adaptações metabólicas com a finalidade de otimizar a oxidação de ácidos graxos como recurso poupador de glicogênio.

Os TCM associados a baixas concentrações de carboidratos têm sido empregados como substratos em exercícios submáximos (60%

do VO_{2MAX} por 120 minutos em ciclo ergômetro), melhorando significativamente o tempo gasto e apresentando menor oxidação dos estoques de glicogênio.

O ácido linoleico conjugado tem apresentado resultados controversos quando utilizado para aumentar o desempenho de atletas, já os ácidos graxos ômega-3 induziram adaptações que influenciaram positivamente o desempenho esportivo, dentre as quais podem ser citadas: redução da viscosidade sanguínea e dos níveis plasmáticos de colesterol e LDLc, além de ter propriedades anti-inflamatórias.

A oferta de lipídeos como substrato energético para melhorar desempenho, deve ser bem pensada e monitorada (ver Unidade 1 - Seção 1.3) constantemente para evitar que a saúde do atleta seja afetada.

É interessante que na rotina diária do atleta sejam respeitadas as recomendações nutricionais que preconizam a ingestão de uma dieta equilibrada em carboidratos, proteínas e lipídeos.

O principal efeito do treino de resistência sobre o metabolismo energético é uma maior utilização de gorduras como substrato durante o exercício. Assim, atletas de resistência altamente treinados teriam a capacidade de obter aproximadamente 75% da energia, proveniente de ácidos graxos a uma intensidade de 70% do VO_{2max}.

O treinamento aeróbico, quando acompanhado por uma dieta com quantidades adequadas de lipídeos, pode estimular de forma significativa o conteúdo de triglicerídeos nas fibras musculares, assim como um aumento no número, densidade das mitocôndrias e crista mitocôndrias. Porém, o principal fator benéfico das adaptações fisiológicas concomitante ao treinamento aeróbio de resistência será poupar os estoques de glicogênio para que o atleta consiga manter a intensidade do exercício por um tempo prolongado.

Quanto às recomendações de lipídeos para o atleta, de modo geral é apontado que deve proporcionar entre 20 e 35% da energia total consumida, HIRSCHBRUCH (2014). De acordo com AOKI (2012), os ácidos graxos saturados não devem superar 10% do aporte calórico total da dieta e os ácidos graxos essenciais devem ser responsáveis por 3 a 5% da energia (ácido linoleico) e 0,5 a 1 % (ácido linolênico). Outro fator importante a destacar é que as gorduras retardam o

esvaziamento gástrico e podem causar náusea e má digestão quando ingeridos uma hora ou poucos minutos antes da competição.

Pesquise mais

A leitura é um importante método de aprendizagem, por isso convidamos você a ler um artigo que mostra os dados da avaliação da ingestão energética e a distribuição de macronutrientes na dieta de jogadores de futebol profissional. O estudo realizado constatou que a dieta consumida tinha características hipoglicídica, hiperlipídica e normoproteica.

Vamos lá!

Acesse o link em:

<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/197/191>. Acesso em: 11 maio 2017.

Devido ao estresse fisiológico induzido pelo exercício intenso, a formação de radicais livres e processos traumatológicos que geram um estado pró-inflamatório, é recomendada a ingestão de ácidos graxos ômega-3. O **ômega-3** apresenta propriedades anti-inflamatórias, antitrombóticas, antiarrítmicas, hipolipídemiantes e vasodilatadoras.

É indicado que atletas consumam 1-2 g/dia ácido eicosapentanoico (EPA) e docosahexanoico (DHA), ambos da família ômega-3, mantendo uma relação de ácidos graxos ômega-3/ômega-6 de 2:1, VELHO (2017).

Pesquise mais

Uma leitura interessante que vai auxiliar você a compreender a essencialidade de alguns tipos de lipídeos é o artigo:

Efeito do ácido graxo poli-insaturado omega-3 (Ω-3) em praticantes de atividade física: uma revisão sistemática.

O texto científico é uma revisão sistemática de várias publicações científicas que destacaram o impacto do ômega-3 sobre o rendimento e performance de praticantes de atividade física.

Disponível em: < http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/483>. Acesso em: 11 maio 2017.

Os triglicerídeos de cadeia média (TCM) têm sido associados com um efeito poupador de glicogênio em exercícios de endurance, mas não existem resultados contundentes que possam associá-lo a uma melhoria do desempenho. A administração de TCM juntamente com carboidratos contribuíram para uma melhora do rendimento e aumentaram a oxidação de gorduras.

Comumente os atletas se preocupam mais com a ingestão de carboidratos do que com a ingestão de lipídeos, chegando a 70% da recomendação energética diária, fato que pode ocasionar uma ingestão insuficiente de lipídeos.

Vários estudos mostraram que o rendimento esportivo em provas extenuantes a uma intensidade fixa de 80% do VO_{2max} tiveram um aumento significativo no tempo da fadiga quando eram ingeridas refeições com 31% de lipídeos na composição.

A principal estratégia no planejamento alimentar deve ser garantir a oferta adequada de carboidratos, proteínas e lipídeos que mantenham uma disponibilidade de lipídeos intramusculares.

Você deve ter lido vários estudos que enfatizam o efeito dos lipídeos sobre o desempenho esportivo e sobre a saúde, mas paradoxalmente esses macronutrientes também têm sido associados a altas incidências de infarto agudo do miocárdio, a prevalência da doença coronariana no perfil sobre a doença cardiovascular, diabetes e a alguns tipos de câncer.

Refletindo sobre essas informações surgem algumas dúvidas que compartilhamos com você: pode o ser humano manter uma vida saudável sem ingerir gorduras? Quais seriam as consequências de consumir uma dieta com menos de 10% de lipídeos do valor calórico total aportado diariamente? Como pode o exercício alterar o metabolismo lipídico e auxiliar no tratamento de doenças crônico-degenerativas relacionadas com o alto consumo de dietas hiperlipídicas?

O ácido linoleico conjugado mostrou resultados contraditórios em humanos como recurso ergogênico. Estudos em animais evidenciaram que ele promove a redução das concentrações séricas de LDL e tem efeito anti-ateroesclerótico e ação anticarcinogênico.

Sem medo de errar

Depois da leitura da seção "Não pode faltar", você e a estagiária Selma estão prontos para responder às perguntas e, sem medo de errar, redigem as seguintes respostas para a o primeiro questionamento:

quais são as rotas metabólicas para a produção de energia que utilizam como substrato os lipídeos?

Existem várias rotas pelas quais os lipídeos armazenados no interior da célula muscular, os triglicerídeos estocados no tecido adiposo ou nas células musculares, são convertidos em energia:

1. A primeira é a mobilização dos estoques de triglicerídeos do tecido adiposo, hidrolisando-os e, a seguir, os ácidos graxos livres são transportados para a circulação sanguínea. Nesse processo atuam os hormônios adrenalina e noradrenalina, que são liberados quando há necessidade de produzir energia.

2. Os ácidos graxos livres ligados à albumina são transportados pela circulação até o músculo em funcionamento. O glicerol formado é captado pelo fígado e convertido em glicose pelo processo de neoglicogênese.

3. A liberação dos ácidos graxos pelo tecido adiposo e o aumento do fluxo sanguíneo tem como consequência a passagem de ácidos graxos para o músculo. Estes ácidos graxos se somam aos ácidos graxos liberados pelas reservas intramusculares de triglicerídeos, os quais podem ser oxidados de imediato e/ou armazenados como triglicerídeos no músculo.

4. A primeira fase da oxidação dos ácidos graxos se realiza utilizando energia e ativação do ácido graxo, portanto, essa etapa consome ATP. Os ácidos graxos ativados são transportados até as mitocôndrias. Quanto maior o número de mitocôndrias presentes nas células musculares, maior será a captação de ácidos graxos e a taxa de oxidação para produzir energia.

5. Uma vez no interior da mitocôndria, os ácidos graxos ativados são degradados e oxidados formando substratos intermediários que podem entrar no ciclo de Krebs. O número de unidades de ATP formadas nesse processo depende do número de átomos de carbono que possui a cadeia de ácido graxo, portanto, quanto mais longa a cadeia carbônica, maior será o número de moléculas de ATP

geradas (os ácidos graxos têm uma cadeia carbônica que oscila entre 10 e 24 átomos de carbono, formando entre 80 a 200 unidades de ATP).

Seguindo o raciocínio e com base na bibliografia consultada vocês podem a responder à questão:

quais são as características de uma dieta hiperlipídica?

A dieta hiperlipídica fornece um percentual de lipídeos que ultrapassa os 35% do valor calórico total da dieta. Os lipídeos têm um coeficiente respiratório (QR) de 0,7 quando comparado com o QR do carboidrato que é igual a 1. Quanto menor o QR, menor será a produção de dióxido de carbono (CO_2). Nesse tipo de dieta são restringidos os alimentos ricos em carboidratos e é dada preferência à adição de alimentos ricos em gorduras, priorizando o aporte de gorduras insaturadas. Exemplo de alimentos que devem fazer parte de uma dieta hiperlipídica: azeite, óleo de canola, girassol, milho, soja, abacate, nozes, amêndoas, avelã, castanha do Brasil.

Finalmente você pode responder à questão:

por que os lipídeos são importantes na alimentação do atleta?

Os lipídeos aportam ácidos graxos essenciais em quantidades adequadas, os quais têm efeitos benéficos como: melhorar a fluidez da membrana celular, a captação de oxigênio, contribuem para melhorar o aporte calórico durante o exercício. Quando utilizados como substrato energético constituem uma fonte ilimitada de energia que faz com que os estoques de glicogênio demorem mais tempo para serem depletados.

Avançando na prática

Suplementando omega-3 em atletas como terapia de tratamento para dislipidemias

Descrição da situação-problema

Um zagueiro do clube onde a estagiária Selma faz suas práticas de aprimoramento procurou a equipe de atendimento multiprofissional para mostrar os últimos exames bioquímicos realizados. Os profissionais realizaram o atendimento do atleta e anotaram no protocolo de acompanhamento os dados a seguir:

Idade = 23 anos

Peso = 73,5 kg

Altura = 1,75 m

IMC= 24 kg/m^2

Triglicerídeos = 250 mg/dL (valor de referência até 150 mg/dL)

Colesterol = 300 mg/dL (valor de referência até 200 mg/dL)

LDLc = 255 mg/dL (valor de referência 100 mg/dL)

HDLc = 45 mg/dL (valor de referência > 60 mg/dL)

No recordatório 24 horas constataram que aumentou a ingestão de maltodextrina nos períodos de jogo, acima da dose recomendada pela nutricionista da equipe, superando o aporte diário recomendado de 8g de carboidrato/kg de peso corporal.

O atleta, preocupado com os resultados, faz as seguintes perguntas para os profissionais de saúde: qual o diagnóstico final que a equipe multiprofissional registrou no prontuário? Qual suplemento lipídico pode ser prescrito neste caso e por quê?

Resolução da situação-problema

Depois de observar os exames bioquímicos, a equipe multidisciplinar esclarece os questionamentos do zagueiro e informa que está com os valores séricos aumentados de triglicerídeos, colesterol e a fração LDLc, o que caracteriza uma dislipidemia. Entende-se por dislipidemia as alterações dos níveis sanguíneos dos lipídeos circulantes.

Os níveis de LDLc aumentados têm uma relação com o aparecimento de doenças cardiovasculares, por outro lado, o aumento dos triglicerídeos tem sido associado a quadros clínicos de pancreatites.

Neste caso, a dislipidemia pode ter sido ocasionada pela ingestão excessiva de maltodextrina, já que o excesso de calorias consumidas na forma de carboidrato tem um efeito direto sobre a elevação dos níveis de lipídeos circulantes.

Sobre o suplemento lipídico a ser utilizado neste caso, mesmo que pareça paradoxal, é oportuna a prescrição de ômega-3 (óleo de peixe) na dosagem de 2,5 g/dia para auxiliar na redução do perfil lipídico, diminuindo principalmente os níveis de triglicerídeos,

e outros efeitos cardiovasculares, como redução da viscosidade do sangue, relaxamento das artérias, redução da pressão arterial, AOKI (2012). Outra opção para o atleta é ingerir uma média de 180g semanais de peixes fontes de ômega-3 tais como: cavala, arenque, sardinha, salmão, atum, truta e linguado.

Cabe ressaltar que os únicos profissionais habilitados para a prescrição de suplementos são os nutricionistas e médicos, essa atividade não poderá ser realizada pelo educador físico. Lembrando que nem sempre os suplementos são tão inócuos quanto se pensa, alguns excessos podem trazer sérios problemas de saúde, embora as estratégias de comercialização explorem única e exclusivamente os efeitos positivos.

O desportista deve ser lembrado que a melhor opção para se manter saudável é ingerir uma dieta equilibrada calculada e prescrita pelos profissionais especialistas na área e que seja planejada individualmente de acordo com as necessidades nutricionais do zagueiro.

Faça valer a pena

1. Os lipídeos precisam ser hidrolisados em ácido graxo e monogliceróis antes que possam ser absorvidos. A seguir são encontradas algumas etapas dos processos digestivos e absortivos que devem ser colocadas na ordem sequencial em que ocorrem:

1. Os quilomícrons deixam as células da mucosa por meio dos vasos linfáticos.
2. As lipases pancreáticas convertem os triglicerídeos em um monoglicerídeo e em dois ácidos graxos livres.
3. Os lipídeos são combinados com as apolipoproteínas, sintetizadas pelas células da mucosa, para formar quilomícrons.
4. O lipídeo da dieta deixa o estômago e entra no segmento superior do intestino delgado, onde os ácidos biliares secretados pela vesícula circundam e recobrem as gotículas de gordura para formar partículas em emulsão. Essas partículas em emulsão geram a superfície necessária à quebra dos lipídeos da dieta pelas enzimas pancreáticas.
5. Os produtos da digestão lipídica misturam-se com os ácidos biliares para formar micelas mistas.

A sequência correta em que ocorre a digestão e absorção de lipídeos é:

a) 4, 2, 1, 3, 5.
b) 5, 3, 2, 4, 1.
c) 3, 4, 1, 5, 2.
d) 4, 2, 5, 3, 1.
e) 2, 5, 1, 4, 3.

2. A utilização dos lipídeos como principal fonte energética está condicionado a fatores como:
I. Intensidade do exercício: esportistas altamente treinados conseguem obter uma taxa máxima de utilização de lipídeos a uma intensidade de 75% do VO_{2max}.
II. Duração do exercício: à medida que aumenta a duração do exercício, aumenta a contribuição dos lipídeos no metabolismo energético, devido a uma diminuição das reservas de glicogênio.
III. A dieta: ricas em lipídeos e pobres em carboidratos, fazem com que os ácidos graxos sejam utilizados em maior proporção desde o início do exercício.
Escolha a alternativa correta sobre os fatores que condicionam a utilização de lipídeos como principal fonte energética:
a) Somente a alternativa I está correta
b) Somente a alternativa II está correta
c) As alternativas I e II estão corretas
d) As alternativas II e III estão corretas
e) As alternativas I, II e III estão corretas

3. A ingestão de ácidos graxos ômega-3 tem sido associada a uma baixa incidência de doenças cardiovasculares e dislipidemias. Segundo estudos realizados, o consumo destes ácidos graxos pode influenciar o desempenho devido à adaptações provocadas na redução da viscosidade sanguínea, redução da agregação plaquetária e regulação do fluxo sanguíneo por meio da síntese de prostaglandinas.
Esses resultados da melhora do desempenho com o uso de ômega-3 podem ser justificados porque:
a) As adaptações possibilitam uma melhor perfusão dos tecidos e uma maior oferta de oxigênio e nutrientes que favorecem o metabolismo aeróbio.
b) As adaptações possibilitam uma melhor perfusão dos tecidos e uma maior oferta de oxigênio e nutrientes que favorecem o metabolismo anaeróbio.
c) As adaptações impedem uma melhor perfusão dos tecidos e uma menor oferta de oxigênio e nutrientes que favorecem o metabolismo aeróbio

d) As adaptações possibilitam uma melhor perfusão dos tecidos e uma maior oferta de nitrogênio e metabolitos que favorecem o metabolismo aeróbio

e) As adaptações possibilitam uma perfusão média dos tecidos e uma maior oferta de oxigênio e nutrientes que favorecem a degradação de aminoácidos de cadeia ramificada.

Referências

AOKI, M.S.; BACURAU, R.F.P. **Nutrição no esporte**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra - COB Cultural, 2012.

BARRETO, F.S.; et al. Futebol e macronutrientes. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 3, n. 15, p. 241-248, maio/jun, 2009.

BERNARDES, D.; MANZONI, M.S.J.; SOUZA, C.P.; TENÓRIO, N.; DÂMASIO, A.R. Efeito da dieta hiperlipídica e do treinamento de natação sobre o metabolismo de recuperação ao exercício em ratos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte,** São Paulo, v. 8, n. 2, p. 191-200, abr./jun., 2004.

CABRAL, C.A.C.; et al. Diagnóstico do estado nutricional dos atletas da equipe olímpica permanente de levantamento de peso do Comité Olímpico Brasileiro (COB). **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 12, p. 345-350. nov./dez.,2006.

CANDIDO, R.F.; et al. Dieta elevada em carboidratos complexos minimiza necessidade de suplementação durante jogo-treino de rúgbi: foco no sistema imune. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte,** v. 39, n. 1, p. 85-90, 2017.

CHAMPE, P. C.; RICHARD, A. ; HARVEY, D. R. F. **Bioquímica ilustrada**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FERREIRA, A. M. D.; RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Consumo de carboidratos e lipídeos no desempenho em exercício de ultra-resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 7. n. 2, p. 67-74, mar./abr., 2001.

FERNANDEZ, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; AOKI, M.S. Does carbohydrate supplementation enhance tennis match play performance? **Jornal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, n. 46, p. 1-7, 2013.

FERREIRA, A. M. D.; BARBOSA, P. E. B.; CEDDIA, R. B. Influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no desempenho de exercícios de ultra-resistência. **Rev. Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 9. n. 6, p. 413-419, nov./dez., 2003.

FERREIRA, F. G.; et al. Efeito do nível de condicionamento físico e da hidratação oral sobre a homeostase hídrica em exercício aeróbico. **Rev. Bras. Med. Esporte**. v. 16, n. 3, p. 166–170, maio/jun., 2010.

FERREIRA, F. G.; et al. Perda eletrolítica de cálcio, magnésio e ferro no suor durante a corrida na esteira. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 23, n. 1, p.31–36. jan./fev., 2017.

FISCHBORN, S. C. A influência do tempo de ingestão da suplementação de whey protein em relação à atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 3, n. 14, p. 132-143, mar./abr, 2009.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 21, n. 2, p. 153-157, mar/abr., 2015.

GOMES, R.V. et al. Proteínas do soro de leite: composição propriedade nutricionais, aplicações no esporte e benefícios à saúde humana. **Revista de Nutrição,** Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488., jul./ago., 2006.

HIRSCHBRUCH, M.D. **Nutrição esportiva: uma visão prática**. 3. ed. Barueri: Manole, 2014.

MACHADO-MOREIRA, C. A.; VIMIERO-GOMES, E.S.G.; RODRIGUES, L. O. C. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente?. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v.12, n. 6, p. 405–409, nov./dez., 2006.

MARQUES, G. C.; LIBERALI, R. Consumo de proteínas na prática do treinamento de força: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 6, n. 32, p. 158-164, mar./abr., 2012.

MAUGHAN, R. J; BURKE. L. M. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MENON, D.; SANTOS, J. S. Consumo de proteínas por praticantes de musculação que objetivam hipertrofia muscular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 18, n. 1, p. 8-12, jan./fev., 2012.

PAES, S.T. Efeitos do consumo protéico sobre a hipertrofia ocasionada pelo treinamento resistido: uma visão atual. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 10, n. 55, p. 11-23, jan./fev., 2016.

PANZA, V. P. et al. Consumo de atletas: reflexões sobre recomendações nutricionais, hábitos alimentares e métodos para avaliação do gasto energético. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 20., n. 6. p. 681-692. nov./dez., 2007.

PETRY, E. R.; et al. Suplementações nutricionais e estresse oxidativo: implicações na atividade física e no esporte. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte,** Florianópolis, v. 35, n. 4, p. 1071-1092, out./dez., 2013.

PEZZI, F.; SCHNEIDER, C.D. Ingestão energética e de macronutrientes em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 4. n. 22, p. 324-326. jul/ago., 2010.

PINTO, A. C. L. et al. Água de coco em pó como suplemento hidroeletrolítico e energético para atletas. . **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 21, n. 5, p. 390–394 , set./out., 2015.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6. ed. Barueri: Manole, 2009.

OLIVEIRA, R. A. Efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treino de força. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, Edição Suplementar 2, São Paulo, v. 8, n. 47, p. 435-444, 2014.

SANTOS, D.; SILVEIRA, J.Q.; CESAR, T.B. Nutritional intake and overall diet quality os female soccer players before the competition period. **Rev. Nutr**., Campinas, v. 29, n. 4, p. 555-565, jul./ago., 2016.

SILVA, A. W. et al. Intervenção nutricional e seu impacto em atletas adolescentes de ginástica aeróbica esportiva. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 4, n. 21, p. 254-261, maio/jun., 2010.

SILVA, C. V. D.; FAYH, A. N. P. T. Perda de peso e consumo de bebidas durante sessões de treinamento de ballet clássico. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte,** Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 495-506, abr/jun. 2011.

SILVA, R. P.; ALTOÉ, J. L.; MARINS, J. C. B. Relevância da temperatura e do esvaziamento gástrico de líquidos consumidos por praticantes de atividade física. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 5, p. 755-765, 2009.

SILVA, A. L.; MIRANDA, G. D. F.; LIBERALI, R. A influência dos carboidratos, antes, durante e após treino de alta intensidade. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. São Paulo, v. 2, n. 10, p. 211-224, jul/ago. 2008.

TERADA, L. C.; GODOI, M. R.; SILVA, T. C. V.; MONTEIRO, T. L. Efeitos metabólicos da suplementação do whey protein em praticantes de exercícios com pesos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, vv. 3, n. 16, p. 295-305. jul./ago., 2009.

VELHO, I.; VEBER, J.; LONGHI, R. Efeito do ácido graxo poli-insaturado ômega-3 em praticantes de atividade física: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. São Paulo, v. 11, n. 61, p. 3-9, jan. /fev., 2017.

XAVIER, H.T.; et al. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. V diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção a aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 101, n. 4, supl. 1, p. 1-22, Outubro, 2013.

Micronutrientes

Convite ao estudo

Caro Aluno!

Na Unidade 3, você estudará os micronutrientes, quanto às generalidades, suas funções no organismo e ingestão recomendada.

É importante que você conheça as funções que desempenham as vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis no organismo, em quais alimentos podem ser encontradas e os prováveis efeitos tóxicos que possam vir a prejudicar a saúde do atleta.

As vitaminas hidrossolúveis, lipossolúveis e os minerais (ferro, magnésio, cromo e cálcio) serão abordados quanto ao seu metabolismo, mecanismo ergogênico, hipótese, efetividade, uso e recomendação, segurança e ética.

O estudo dos itens antes mencionados o ajudará a compreender melhor a importância da ingestão adequada e a conhecer os efeitos colaterais do consumo excessivo.

Não pode esquecer que os suplementos vitamínicos e minerais são os mais utilizados por atletas segundo pesquisas atuais.

Convidamos que você faça a leitura do *Não pode faltar* e, com os conhecimentos consolidados, passe para a seção *Sem medo de errar* e resolva as situações-problema proposta, aprofundando-se nos estudos do tema.

Bom estudo!

Seção 3.1

Vitaminas hidrossolúveis

Diálogo aberto

A estagiária de Educação Física, Selma, continua seu aprendizado para alcançar os objetivos que ela traçou nas unidades estudadas anteriormente. Agora ela quer aprender como os micronutrientes se aplicam ao esporte e à atividade física, porque na revisão dos macronutrientes utilizados como recurso ergogênico, percebeu que, para a metabolização de carboidratos e proteínas como fontes energéticas, são necessárias algumas vitaminas e minerais.

Você e Selma estão prontos para aplicar os conhecimentos apreendidos nas unidades anteriores que discutiram a aplicação de macronutrientes como recursos ergogênicos. Nesta unidade, que discute a utilização de micronutrientes - especificamente a seção do emprego de vitaminas hidrossolúveis, como uma forma de melhorar o desempenho esportivo de atletas-, com certeza as seguintes dúvidas surgiram para Selma:

Qual é a importância da ingestão adequada de vitaminas hidrossolúveis na dieta de um atleta?

Existe alguma evidência de que a suplementação da dieta com vitaminas específicas melhora o rendimento físico dos atletas?

Quais são as principais deficiências de vitaminas hidrossolúveis nas atividades esportivas relatadas nas pesquisas das ciências da nutrição e do esporte?

Não pode faltar

Na Seção 3.1, você terá a oportunidade de estudar as vitaminas hidrossolúveis, que são nutrientes que o organismo precisa em pequenas quantidades e que, no caso da nutrição esportiva, estão diretamente ligadas ao metabolismo de produção de energia onde os macronutrientes servem como substratos. O conteúdo a ser estudado sobre as vitaminas hidrossolúveis será: metabolismo, mecanismo ergogênico, hipótese, efetividade, uso e recomendação e segurança/ética.

Introdução

As vitaminas são compostos orgânicos necessários para o metabolismo, que desenvolvem funções específicas para favorecer o crescimento adequado e conservar a saúde, precisando ser ingeridas em pequenas quantidades na dieta. Elas também participam na formação de hormônios, células sanguíneas, substâncias neurotransmissoras e material genético.

As diferentes vitaminas não estão relacionadas quimicamente, assim como têm ações fisiológicas distintas. Geralmente atuam como biocatalizadores, associados a proteínas, para sintetizar enzimas metabolicamente ativas que, por sua vez, intervêm em diversas reações químicas em todo o organismo.

As vitaminas são classificadas de acordo a sua solubilidade, em:

- Lipossolúveis: são as vitaminas A, D, E e K, que dependem da presença de lipídeos para serem absorvidas e que, devido ao fato de serem armazenadas no corpo, não é necessário que sejam ingeridas diariamente.
- Hidrossolúveis: são todas as vitaminas do complexo B e a vitamina C. Estas não podem ser estocadas no organismo, portanto, devem ser ingeridas com frequência diária.

Vitaminas hidrossolúveis

Tiamina (Vitamina B_1)

A tiamina, na forma de pirofosfato (TPP) ou tripirofosfato (TTP), tem papel essencial na produção de energia, atuando no metabolismo de gorduras, proteínas e carboidratos.

A deficiência de tiamina pode prejudicar o rendimento aeróbico. Ela modifica processos fisiológicos para retardar a fadiga. Tem uma função importante na descarboxilação oxidativa do piruvato até acetil CoA para sua entrada no ciclo de Krebs e subsequente oxidação até ATP.

Na deficiência de tiamina, o aumento da necessidade de acetil CoA durante a atividade física não poderá ser suprido, consequentemente o piruvato será convertido em ácido lático e provavelmente se

desenvolverá a fadiga.

Sua deficiência também tem sido associada à síntese de quantidades inadequadas de succinato, um substrato do grupo heme, portanto, a deficiência desse grupo limitará a capacidade do sistema de transporte de oxigênio pela hemoglobina.

A necessidade de tiamina depende da energia gasta e é afetada pelo consumo de carboidratos. Redução nas concentrações de tiamina foram constatados após sessões de quatro horas de exercícios em atletas.

De acordo com o aumento do gasto energético durante a atividade física, há necessidades adicionais de tiamina, que podem ser alcançadas ingerindo quantidades maiores de alimentos, sempre e quando for escolhida uma dieta variada.

Tem sido recomendada a dose diária de 1,5 a 2,0 mg/dia, porém em alguns casos é considerado insuficiente e observações médicas recomendam uma suplementação diária de aproximadamente 20 mg, DRIS (2011).

Os sinais clínicos de deficiência de tiamina envolvem o sistema nervoso e cardiovascular, eventualmente presentes na doença beribéri. O beribéri seco se apresenta com confusão mental e perda muscular e o beribéri úmido se mostra com edema de membros superiores e inferiores, além de aumento do volume cardíaco.

Não há relatos e efeitos conhecidos do excesso de tiamina, a sua recomendação diária é de 1,1 mg para mulheres e 1,2 mg para homens, DRIS (2011).

Dentre os alimentos fontes de tiamina, podem ser citados: carne de porco magra, germe de trigo, músculo, carnes magras, gema de ovo, peixe, leguminosas, pães integrais enriquecidos e cereais.

Para ampliar o conhecimento sobre ingestão de vitaminas hidrossolúveis recomendamos que você faça a leitura do artigo: *Ingestão nutricional de corredores de meio fundo*. Disponível em: <www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/viewFile/279/281>. Acesso em: 23 maio 2017.

Riboflavina (Vitamina B_2)

A riboflavina é reconhecida por ser um componente de enzimas oxidativas, sendo considerada importante para a resistência aeróbica,

assim como também para o funcionamento eficiente de enzimas glicolíticas que tem um efeito sobre o rendimento anaeróbico.

Também tem um papel importante nos processos metabólicos, além de funcionar como componente das coenzimas flavina adenina dinucleotídeo (FAD) e flavina adenina mononucleotídeo (FMN), responsáveis por catalisar as reações de oxidação e também como coenzima no metabolismo dos lipídeos, proteínas e glicídios.

Deficiência de riboflavina tem sido relatada em atletas vegetarianos restritos que omitem alimentos como leite e derivados, além de outras fontes de proteínas animais.

A deficiência da riboflavina geralmente ocorre associada à deficiência de outras vitaminas hidrossolúveis, levando alguns meses para que apareçam os primeiros sinais carenciais como: queilose, glossite, dermatite seborreica, lacrimejamento dos olhos.

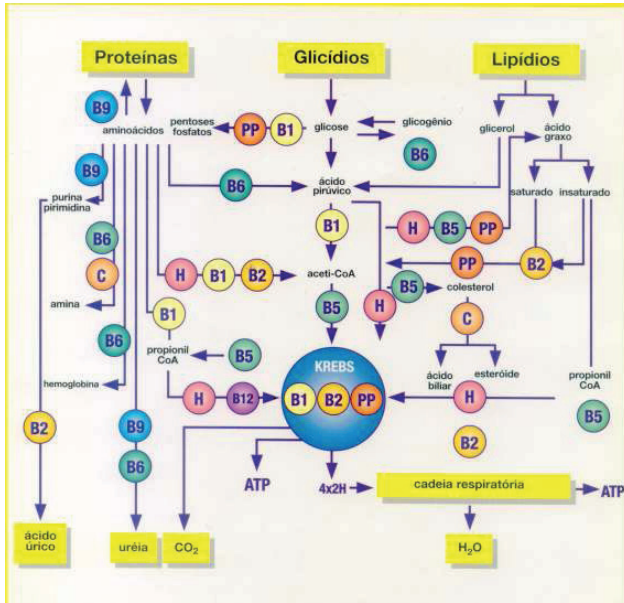
Mulheres fisicamente ativas podem precisar de quantidades adicionais de riboflavina dietética. É recomendado um aumento da ingestão dietética de 1,1mg/1000 kcal, AOKI (2012).

Algumas pesquisas apontam sintomas subjetivos sobre o aumento na tolerância da fadiga logo após a suplementação com riboflavina na realização de exercício intenso em ambientes quentes que potencializam a sudorese. As fontes alimentares são leite, queijos do tipo cheddar e ricota, carnes magras, leveduras, ovos, leguminosas e vegetais de folhas verdes escuras.

A recomendação diária de riboflavina de acordo com as DRIs é de 1,3 mg para homens e 1,1 mg para mulheres.

Exemplificando

Observe na figura a participação das vitaminas hidrossolúveis nos ciclos de produção de energia a partir de proteínas, glicídios e lipídeos.

Figura 3.1 | Esquema geral para papel das vitaminas hidrossolúveis no metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas

Fonte: Mcardle (2016, p. 58).

Niacina (Vitamina B_3)

A carência de niacina pode afetar negativamente o rendimento esportivo. Baixos níveis de niacina no organismo podem resultar em quantidades inadequadas de NAD (Nicotinamida adenina dinucleotídeo), dessa forma será prejudicado o processo de glicólise e/ou oxidação no ciclo do ácido tricarboxílico (ciclo de Krebs), consequentemente os rendimentos anaeróbico e aeróbico podem ser afetados de forma negativa.

A suplementação de niacina pode suprimir a liberação dos ácidos graxos livres pela redução da lipólise, resultando na diminuição da disponibilidade desse substrato energético durante o exercício.

Não há evidência substancial que apoie a suplementação de

niacina na atividade esportiva.

Sua deficiência aguda causa fraqueza muscular, anorexia, indigestão e erupções cutâneas. A deficiência crônica prova a pelagra ou doenças dos 3Ds: dermatite, demência e diarreia.

A recomendação diária de niacina é de 1,1 mg para mulheres e 1,3 mg para homens, DRIS (2011).

Na questão de segurança e ética de uso, foram encontrados efeitos colaterais de megadoses de niacina (> 6 g/dia) que incluem rubor, pruridos, formação de vesículas na pele com pigmentação marrom, náuseas, vômitos e cefaleia.

Os alimentos fontes são as carnes, leite, levedo de cerveja, amendoim e pasta de amendoim.

Piridoxina (Vitamina B_6)

A piridoxiamina e o piridoxal são derivados da piridoxina que funciona como coenzima no metabolismo das proteínas e ácidos graxos. A piridoxina é essencial para o metabolismo do triptofano em sua conversão à niacina, além de facilitar a liberação do glicogênio hepático e muscular, participa da síntese de hemoglobina e da formação da bainha de mielina, regulando a síntese de um neurotransmissor importante no funcionamento cerebral.

A piridoxina representa um componente necessário para a enzima glicogênio fosforilase, que está diretamente envolvida na degradação do glicogênio, sendo utilizada no metabolismo energético em treinamento de alta intensidade.

Essa vitamina está envolvida no processo metabólico da gliconeogênese, além de ser importante na formação de hemoglobina, mioglobina e citocromos, os quais são compostos essenciais para os processos de transporte e utilização de oxigênio no corpo.

A deficiência pode causar irritabilidade e insônia, anormalidades no sistema nervoso central, anemia e dermatite. Seu excesso pode provocar ataxia e fraqueza muscular.

Os alimentos fontes são frango e vísceras, leguminosas, batatas, banana e aveia.

As DRIs preconizam uma ingestão diária de 1,5 mg para mulheres e 1,7 mg para homens.

Ácido fílico (Vitamina B_9)

O ácido fólico tem função de coenzima que atua no metabolismo de carbono e aminoácidos, e estão presentes na síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA), sendo importante na formação das hemácias e leucócitos na medula óssea.

A deficiência de ácido fólico pode induzir a um estado de anemia megaloblástica que prejudica o rendimento aeróbico. Sua carência também causa glossite, distúrbios no trato gastrointestinal (diarreia) e defeitos do tubo neural em fetos.

Não existe informação sobre os efeitos da suplementação de ácido fólico sobre o rendimento esportivo, mesmo assim uma dieta equilibrada com frutas e vegetais proverá as quantidades de ácido fólico para um bom desempenho.

Os alimentos fontes são fígado, feijão, vegetais frescos de folhas verde escuras, espinafre, brócolis, aspargos, carne bovina magra, batata, pão de trigo integral, laranja (cerca de 50% do folato é destruído no momento da preparação).

De acordo com Aoki (2012), a recomendação diária é de 400 µg para homens e mulheres, podendo aumentar para 500 e 600 µg durante a gestação e lactação, respectivamente.

CIANOCOBALAMINA (VITAMINA B_{12})

A vitamina B_{12} é importante para a síntese de eritrócitos, interferindo, portanto, no transporte do oxigênio e na prevenção da anemia perniciosa (anemia megaloblástica).

Atletas que injetaram 1000 mg de vitamina B_{12} uma hora antes da competição conseguiram aumentar a capacidade aeróbica (PETRY, 2013).

É destruída em quantidade considerável pelo cozimento e a sua absorção ocorre no trato intestinal, em quantidade significativa, pela presença do fator intrínseco.

A vitamina B_{12} é essencial para o funcionamento normal de todas as células, especialmente para aquelas do trato intestinal, medula óssea e tecido nervoso, incluindo as células sanguíneas, atuando em sua maturação, envolvida na formação da bainha de mielina.

Os vegetarianos devem fazer a adequação da dieta ou fazer a

suplementação medicamentosa para evitar a carência dessa vitamina.

Sua deficiência causa perda de apetite, anemia perniciosa, glossite, alterações neurológicas, formigamento e queimação nos pés, fraqueza nas pernas.

Não existem dados que relatam sua toxicidade. A recomendação diária é de 2,4 mg para mulheres e homens e podem aumentar para 2,6 e 2,8 mg, durante a gestação e lactação, respectivamente (AOKI, 2012).

Estados carenciais de vitamina B12 têm sido relatados em atletas que apresentaram baixo consumo de produtos de origem animal e/ou em vegetarianos restritos que não fazem uso de suplementação.

Quanto à segurança e ética do seu uso em atividades físicas, não têm sido encontrados relatos que comprovem danos para a saúde dos usuários.

As fontes alimentares são alimentos com proteína animal como fígado, rim, leite, ovos, peixe, queijo e carnes de músculos.

Ácido pantotênico (Vitamina B_5)

Constituinte da coenzima A (acetil Co-A) essencial para o metabolismo celular, liberação de energia dos carboidratos, ácidos graxos, além da síntese de hormônios esteroides e colesterol.

Uma deficiência de ácido pantotênico pode reduzir a disponibilidade de substratos para o ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs) e provocar uma mudança na produção de energia pela glicólise anaeróbica, a qual é menos eficiente.

Algumas pesquisas mostraram que a suplementação auxiliou a reduzir a fadiga durante o exercício em clima quente e teorizam que parte da efetividade pode ser atribuída a uma deficiência de ácido pantotênico, o qual pode acontecer por perdas através da sudorese excessiva.

É sugerido que a suplementação de ácido pantotênico pode melhorar a tolerância à fadiga e a capacidade aeróbica, provavelmente devido a sua função central no metabolismo do acetil Co-A.

Não há causas conhecidas da sua deficiência devido ser amplamente distribuída nos alimentos. O excesso pode provocar diarreia.

Os alimentos fontes são ovo, rim, fígado, leveduras, brócolis e carne bovina.

Biotina (Vitamina B_7 ou Vitamina H)

Quanto a importância da biotina em relação ao desempenho esportivo, têm sido encontrados fundamentos do seu papel para a síntese de ácidos graxos e glicogênio. Porém, não existe evidência que a suplementação de biotina pode melhorar a performance esportiva.

Está envolvida na gliconeogênese, na oxidação de ácidos graxos, atuando como coenzima na degradação de alguns aminoácidos (ácido aspártico, treonina e serina).

Sua deficiência pode causar dermatite seca, náuseas, vômitos e anorexia. Não há nenhum efeito tóxico conhecido da biotina.

Nos alimentos se encontra ligada à proteína; também é sintetizada por bactérias intestinais e está presente no rim, fígado, gema de ovo, feijão de soja, leveduras, peixes, nozes e farinha de aveia.

Uma deficiência no complexo vitamínico em um curto período de tempo (poucas semanas) pode ocasionar uma diminuição do desempenho esportivo principalmente da capacidade aeróbica porque são vitaminas que formam coenzimas essenciais para a produção de energia como: tiamina pirofosfato (TPP), flavina adenina dinucleotídeo (FAD), flavina mononucleotídeo (FMN), nicotinamida dinucletotídeo (NAD) e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP).

Deve-se lembrar que as vitaminas hidrossolúveis, das quais fazem parte as vitaminas do complexo B, não são prontamente armazenadas no organismo e que o processamento e a cocção dos alimentos podem alterar a estabilidade e disponibilidade dessas vitaminas.

Observe a Figura 3.1 da seção " Exemplificando" e você poderá acompanhar como as vitaminas do complexo B participam do metabolismo de macronutrientes - principalmente de carboidratos, na produção de energia (ATP).

Vitamina C

A vitamina C pode ser importante para atividades aeróbicas, já que pode facilitar as reações oxidativas nas células musculares. É possível

que possa auxiliar no aumento do consumo de oxigênio, assim como também ajuda na integridade dos tecidos prevenindo lesões durante o treinamento.

É conhecida como antiescorbuto, devido a marinheiros viajantes terem sido curados de escorbuto tomando suco de limão durante as viagens.

O ácido ascórbico é sensível ao oxigênio, calor, cobre e pH alcalino, sendo facilmente perdido na água e durante o cozimento. Ele é absorvido no intestino delgado, sendo armazenado no fígado, baço, mas excretado pela urina, quando ingerido em grande quantidade.

A vitamina C é considerada antioxidante, atua na manutenção do colágeno (cicatrização de feridas e recuperação de lesões das fibras musculares), resistência contra infecções, auxilia na absorção de ferro e evita sangramento das gengivas.

Existem evidências da utilização de vitamina C durante o treinamento físico e a forma como ela é eliminada do corpo, sendo encontrado que exercícios estressores aumentam a necessidade dessa vitamina, assim como exercícios leves realizados em ambientes quentes provocam um aumento da excreção.

Também tem sido relatadas reduções da quantidade de vitamina C no sangue de atletas depois de duas horas de realização de exercícios intensos.

Várias pesquisas recomendam a suplementação de vitamina C com base no aumento da utilização e excreção durante o exercício e se não há disponibilidade de frutas e vegetais frescos na dieta do atleta.

O excesso de vitamina C pode ter efeitos negativos como diarreia em corredores, náuseas, aumento da susceptibilidade para hemólise e propensão a uma diminuição da atividade bactericida dos leucócitos.

Sua deficiência causa distúrbios neuróticos como hipocondrias, histeria, depressão, fraqueza, perda de apetite, inflamação e sangramento das gengivas, escorbuto. Seu excesso pode causar cálculos renais.

Os alimentos fontes são as frutas cítricas (laranja, limão, acerola, morango, abacaxi, caju e goiaba) e hortaliças cruas (brócolis, repolho, espinafre, pimentão etc.).

A recomendação diária é de 75 mg para mulheres e 90 mg para homens adultos. Estados de estresse fisiológicos como infecção,

tabagismo, temperaturas extremas, altitude podem implicar num aumento da necessidade.

No que se refere a segurança e ética do uso, não há evidências na literatura sobre os efeitos da suplementação no desempenho físico, porém, o treinamento intenso pode provocar uma liberação de ferro dos depósitos intracelulares que, na presença de doses de vitamina C acima de 2g/dia, podem interagir com esse mineral e desencadear a peroxidação lipídica, que causa dano na membrana da fibra muscular, com consequentes implicações sobre o desempenho esportivo.

Reflita

As pesquisas científicas são contraditórias em relação à efetividade da suplementação das vitaminas do complexo B, mesmo assim você acredita que o exercício físico pode induzir uma deficiência dessas vitaminas? Na sua avaliação, uma dieta balanceada pode evitar a deficiência das vitaminas hidrossolúveis ou é imprescindível a suplementação das mesmas?

Quais seriam as modalidades esportivas e atletas que poderiam apresentar mais propensão a deficiências vitamínicas do complexo B e da vitamina C?

Sem medo de errar

Agora, utilizando todas as informações do *Não pode faltar*, você pode ajudar Selma a iniciar a resolução da situação-problema proposta com a certeza de que terá a resposta correta. Então comece respondendo:

Qual é a importância da ingestão adequada de vitaminas hidrossolúveis na dieta de um atleta?

As vitaminas hidrossolúveis catalisam reações químicas, são essenciais para a produção de energia durante o exercício físico, participam da formação de tecidos e são reguladores metabólicos.

Existe alguma evidência de que a suplementação da dieta com vitaminas específicas melhora o rendimento físico dos atletas? Existem muitas pesquisas realizadas que avaliam problemas nutricionais em atletas ligados à ingestão de vitaminas e quando se analisa criteriosamente a suplementação não tem efeitos significativos

sobre o rendimento esportivo. É sabido que deficiências de vitaminas hidrossolúveis podem afetar o rendimento esportivo, mas os resultados encontrados podem sugerir que os indivíduos com os quais foram realizados os estudos, ingeriam quantidades suficientes de vitaminas na dieta, motivo pelo qual não apresentaram nenhuma mudança no desempenho.

Para os casos que apresentaram mudanças positivas no desempenho, podem existir algumas explicações como:

- A suplementação de fato produz uma melhora no rendimento físico ou os sujeitos eram deficientes em vitaminas e a suplementação possibilitou uma melhora do desempenho através da repleção dos níveis normais de vitaminas hidrossolúveis circulantes.
- Outro fator que não pode ser descartado é o efeito placebo ou efeito psicológico que a ingestão de um suplemento vitamínico pode causar sobre o consumidor.

Quais são as principais deficiências de vitaminas hidrossolúveis nas atividades esportivas relatadas nas pesquisas das ciências da nutrição e do esporte?

Existe certa evidência segundo a qual os requerimentos de vitaminas do complexo B, especialmente a B2, aumentam com o exercício intenso regular. Normalmente o maior gasto energético dos atletas é acompanhado de um aumento do consumo de alimento, com consequente incremento da ingestão de vitaminas, especialmente quando são consumidos cereais integrais ricos em carboidratos. Por outro lado, aquelas modalidades esportivas que precisam fazer muito controle de peso, associadas a atividades físicas intensas e reduzida ingestão calórica na dieta, podem provocar uma ingestão insuficiente de vitaminas.

Cabe lembrar que a ingestão de grandes doses de aspirinas e outros anti-inflamatórios reduz os níveis de vitamina C.

Avançando na prática

Vitaminas hidrossolúveis e desempenho no futebol feminino

Descrição da situação-problema

Uma jogadora de futebol atacante de 20 anos, 57 kg e 1,65m de estatura, foi atendida pela equipe multiprofissional de saúde do time relatando cansaço, fadiga, dores de cabeça e episódios

de diarreia depois dos treinos e nos dias de jogo. No relato, a jogadora manifestou que os sintomas apareceram depois de uma dieta restritiva que está fazendo para perda de peso. Os exames bioquímicos realizados evidenciaram uma anemia megaloblástica e um aumento dos níveis plasmáticos de homocisteína e 9 μmol/L de vitamina C no soro e nos leucócitos (Valores de referência: normal >17 μmol/L; limítrofe 11-17 μmol/L e deficiente < 11 μmol/L, segundo Mann, 2009). A nutricionista da equipe aplicou um registro alimentar e encontrou os resultados mostrados na Tabela 3. 1.

Tabela 3.1 | Valores de macro e micronutrientes ingeridos pela jogadora de futebol segundo registro alimentar aplicado

NUTRIENTES	QUANTIDADES INGERIDAS DIARIAMENTE	RECOMENDAÇÕES DIÁRIAS
Kcal totais da dieta	1940 kcal	45-50 kcal/kg de Peso
Carboidratos (g /Kg de Peso)	4	7 - 8
Proteína (g /kg de peso)	1,5	1,2 - 1,4
Lipídeos (%)	30	20 - 35
Vitamina B_1 (mg)	0,8	1,1
Vitamina B_2 (mg)	1,1	1,1
Vitamina B_3 (mg)	11,9	14,0
Vitamina B_5 (mg)	1,5	5,0
Vitamina B_6 (mg)	0,3	1,3
Folato (μg)	26,1	400
Vitamina B_{12} (μg)	1,1	2,4
Vitamina C (mg)	25	75

Com base nesses resultados, como a nutricionista da equipe deverá interpretá-los em relação a:

a) Presença da anemia megaloblástica da jogadora.

b) Como a carência vitamínica pode aumentar os níveis de homocisteína sanguínea?

c) Qual a classificação do estado nutricional da vitamina C da atleta e quais são as consequências?

Resolução da situação-problema

Analisando os resultados da Tabela 3.1. a nutricionista da equipe pode responder as questões da seguinte forma:

a. Pode ser constatada uma baixa ingestão de folato e de vitamina B_{12}. Ambas vitaminas são fatores hematopoiéticos e os dados obtidos pelo registro alimentar sugerem uma ingestão deficiente de folato e vitamina B_{12}, resultados condizentes com a presença da anemia megaloblástica diagnosticada na jogadora, assim denominada porque as células sanguíneas são caracteristicamente grandes com densidade nuclear reduzida e os leucócitos, plaquetas e células epiteliais também são afetados da mesma forma. Na deficiência de folato a anormalidade básica é a capacidade reduzida das células de duplicar seu DNA nuclear a fim de se dividir, por causa da síntese comprometida de timidilato. A deficiência de vitamina B_{12} interrompe a divisão nuclear ao reter folato, provocando redução na síntese de DNA também.

b. A deficiência de vitamina B_{12} pode provocar aumento dos níveis plasmáticos de homocisteína e incrementar consequentemente os riscos de doenças cardiovasculares.

c. O estado nutricional de vitamina C da atleta é deficiente podendo comprometer a síntese de colágeno e a recuperação de lesões musculares, pele e tendões. A vitamina C também participa da reação de hidroxilação, que é necessária para converter o ferro não heme em ferro heme. Fato que pode causar uma anemia ferropriva.

Outra reação de hidroxilação que exige vitamina C é a conversão de dopamina em norepinefrina, que é um neurotransmissor importante produzido nos tecidos neurais.

Também é necessária para a conversão de lisina em carnitina, cuja função é essencial para a transferência de ácidos graxos de cadeia longa para o interior da mitocôndria onde podem ser convertidos em energia por meio da β-oxidação. Baixos níveis de vitamina C se traduzem em baixos níveis de carnitina que podem comprometer a função muscular. Isso pode explicar a fadiga e a fraqueza muscular associada à deficiência crônica grave de vitamina C.

A carência dessa vitamina também pode afetar a resposta imune e aumentar a predisposição da jogadora a infecções.

A causa das carências vitamínicas constatadas no exame físico, nos exames bioquímicos e no registro alimentar da atleta com certeza está na baixa ingestão calórica provocada pela dieta restritiva para perda de peso, que forneceu energia insuficiente para as atividades realizadas pela jogadora que prejudicou sua saúde.

Faça valer a pena

1. Uma jogadora de tênis ingere 2.500 kcal/dia durante os dias de competição. Na análise do recordatório 24 horas foi verificado o consumo de 0,35 mg/dia de tiamina (vitamina B1). No seu relato a jogadora não faz uso de cereais e outros alimentos fontes de tiamina. Considerando que a recomendação de ingestão de tiamina é de 0,5 mg/1.000kcal consumidas, calcule a quantidade de tiamina necessária para metabolizar 2.500 kcal/dia.)

Escolha a alternativa correta dos cálculos para a quantidade de tiamina necessária para metabolizar as calorias ingeridas pela jogadora:

a) 0,5 mg
b) 1,0 mg
c) 1,25 mg
d) 1,5 mg
e) 2,0 mg

2. A niacina é o ácido carboxílico 3-piridina, de cor branca, sólido, cristalino, que é facilmente convertido em um composto fisiologicamente ativo: a nicotinamida. Ambos os compostos são solúveis em água e álcool. O processo de absorção da niacina acontece no intestino e:

I. É convertida nas coenzimas nicotinamida-adenina dinucleotídeo (NAD) e nicotinamida-adenina dinucleotídeo fosfato (NADP) no fígado.

II. A atividade funcional dessa vitamina na forma de coenzima é participar do recebimento de elétrons de muitos substratos biológicos.

III. Aproximadamente 85% do NAD formado pode ser encontrado no interior das células, na mitocôndria dos enterócitos e o restante no citoplasma destes.

Escolha a opção correta sobre a niacina:

a) Somente as afirmativas I e II estão corretas
b) Somente as afirmativas I e III estão corretas
c) Somente as afirmativas II e III estão corretas
d) Somente a afirmativa I está correta
e) Somente a afirmativa III está correta

3. A deficiência da vitamina B12 (cianocobalamina) tem como consequências para o exercício físico o comprometimento do metabolismo de produção de energia porque:

Coloque a letra (V) na(s) afirmativa(s) verdadeira(s) e a letra (F) na(s) afirmativa(s) falsas(s):

(   ) Ocasiona anemia perniciosa ou macrocítica, prejudicando a capacidade anaeróbica.

(   ) Prejudica a capacidade para a tolerância aeróbica devido à redução da quantidade de glóbulos vermelhos e da hemoglobina.

( ) Diminui a capacidade do sistema de transporte de oxigênio prejudicando a capacidade de realização das atividades aeróbicas.

( ) Provoca anemia microcítica ferropriva, favorecendo o aparecimento prematuro da fadiga.

Escolha a opção que apresenta a sequência correta sobre a deficiência de cianocobalamina:

a) V, F, F, V.
b) F, V, V, F.
c) V, F, V, F.
d) V, V, F, F.
e) F, F, V, V

Seção 3.2

Vitaminas lipossolúveis

Diálogo aberto

A estagiária Selma está à procura de novos conhecimentos que consolidem seu aprendizado e quer saber mais sobre as vitaminas lipossolúveis e seu uso nas atividades esportivas.

Na rotina diária da equipe que acompanha, ela percebeu que os atletas e a mídia estimulam cada vez mais a utilização de suplementos de vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D, E, K) com a finalidade de melhorar o rendimento.

Na busca de informações, Selma acaba consultando a *homepage* do *Journal of International Society of Sports Nutrition* por que, entre outras informações, esse site publica pesquisas internacionais atuais sobre atividades esportivas associadas ao uso de suplementos de vitaminas lipossolúveis e seus efeitos no desempenho esportivo.

Você e Selma já sabem que as vitaminas são compostos orgânicos presentes naturalmente em pequenas e diferentes quantidades nos alimentos e que elas são essenciais para a manutenção do metabolismo, desempenhando funções fisiológicas específicas.

Depois da leitura da *homepage* foi inevitável que a estagiária de educação física ficasse com algumas dúvidas, as quais você poderá, com certeza, ajudá-la a responder. A seguir, estão relacionados alguns questionamentos da futura profissional de educação física:

Quais são as funções fisiológicas da vitamina A, e como ocorre sua absorção? Quais os efeitos da deficiência de vitamina D em atletas? Como pode ser explicado o mecanismo ergogênico da vitamina E?

Não pode faltar

Na Seção 3.2, você terá a oportunidade de estudar as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), abordando os tópicos a seguir: metabolismo; mecanismo ergogênico; hipótese; efetividade; uso e recomendação; vitaminas lipossolúveis: segurança/ética.

Lembre-se de que o ganho de aprendizado está justamente no

esforço de captar a ideia, em vez de memorizar cada palavra.

Seja bem-vindo!

Introdução

As vitaminas lipossolúveis A, D, E, K podem ser estocadas em quantidades consideráveis nos tecidos do corpo, assim a ingestão diária e regular não é necessariamente requerida. Elas não funcionam como coenzimas no metabolismo, como atuam as vitaminas do complexo B. Em várias circunstâncias, elas têm uma atuação semelhante a hormônios.

A ingestão contínua e excessiva dessas vitaminas resulta no acúmulo e na saturação dos estoques do organismo, causando lesões celulares. Um exemplo para essa situação é o armazenamento de vitamina A que, em grandes quantidades, pode causar lesões de células renais, hepáticas e cardíacas.

Vitamina A

A vitamina A é encontrada nas formas de retinol (armazenada no fígado), retinaldeído (auxilia na função de reprodução humana e proteção ocular) e como ácido retinoico (efetivamente a vitamina A).

Pesquisas sugerem que aqueles esportes que requerem vigia e estresse visual precisam de doses adicionais de vitamina A.

As fontes de vitamina A podem ser de origem vegetal e animal. As fontes vegetais são os carotenoides (provitamina A), encontrados nas folhas dos vegetais. Os carotenoides existem nos complexos pigmentos-proteína nos cloroplastos das células, e um pré-requisito importante para a utilização satisfatória dos carotenoides de origem vegetal é que a estrutura da celulose das paredes celulares seja rompida para liberar essa provitamina A nos líquidos luminais do intestino.

O cozimento e a mastigação ajudam a romper as paredes celulares das folhas durante a ingestão do alimento. Entretanto, nas frutas, a estrutura da parede celular geralmente é muito mais fraca do que nas folhas, e os carotenos são encontrados nas gotículas de lipídeos nos cromoplastos. Portanto, os carotenoides provenientes das frutas apresentam uma melhor disponibilidade quando comparados ao que forma parte da composição das folhas.

Os betacarotenos são compostos que podem ser transformados em retinol (forma ativa da vitamina A), no qual seis moléculas de betacarotenos são equivalentes a uma molécula de retinol (encontrado na manga, na cenoura, no mamão e no azeite de dendê).

A vitamina A de origem animal se encontra na forma de retinol, que no organismo é oxidado a retinaldeído, sofrendo seguidamente uma nova oxidação até ser convertido em ácido retinoico (encontrado no fígado, leite, manteiga, queijo, gema de ovo, entre outros).

Sua função é auxiliar na integridade da visão noturna; atuar no crescimento e desenvolvimento dos ossos e das células epiteliais.

Carências de vitamina A podem ocasionar nictalopia (cegueira noturna); xerose (atrofia e queratinização da córnea, com secura dos olhos); xeroftalmia (ulceração e endurecimento das córneas).

Estudos constataram que sua deficiência parece não alterar o ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs), porém, as sínteses de glicogênio, lactato e glicerol se mostraram diminuídas. Nesses estudos, constatou-se que, com o déficit da vitamina A, houve um comprometimento da síntese proteica muscular, o que sugere ser importante para exercícios de resistência e para a hipertrofia muscular.

Os excessos foram associados a unhas quebradiças, pele seca, hipercarotenodermia (deposição de carotenos nos tecidos tendo como consequência a icterícia), sensibilidade em articulações e ossos (MANN, 2009).

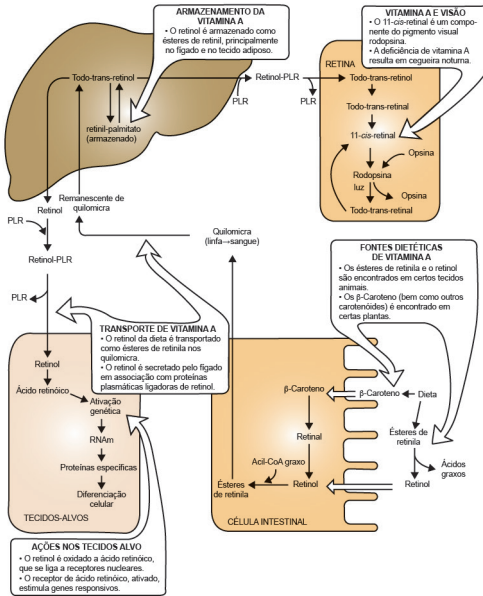
Quantidades elevadas de vitamina A podem interferir no crescimento e na síntese de glóbulos vermelhos, causar amenorreia, provocar erupções na pele, queda de cabelo, enxaquecas, falta de ar, fraqueza, náuseas e icterícia.

As fontes alimentares de retinol são os alimentos de origem animal, como gema de ovo, fígado e óleo de bacalhau e produtos lácteos (queijos, manteiga e creme de leite).

O betacaroteno é encontrado em vegetais amarelos-alaranjados-vermelhos (hortaliças amarelas, cenoura, abobora e frutas), os quais são convertidos endogenamente em retinol.

A recomendação diária de vitamina A é de 900 mg e 700 mg para homens e mulheres, respectivamente (AOKI, 2012).

Exemplificando

Figura 3.2 | Absorção, transporte a armazenamento da vitamina A e seus derivados PLR (proteína ligadora do retinol)

Fonte: Champe (2009, p. 383).

Assimile

Você pode constatar na seção *Não pode faltar* que as vitaminas lipossolúveis não funcionam como coenzimas no metabolismo, assim como o fazem as vitaminas do complexo B. Em várias circunstâncias, as vitaminas lipossolúveis atuam mais como compostos semelhantes a hormônios.

Partindo da premissa de que as vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes no organismo, o exercício físico e a prática de esportes parece não influenciar significativamente os níveis circulantes dessas vitaminas em atletas. A literatura, no geral, não evidencia estados carenciais frequentes em desportistas.

A vitamina A (retinol) é necessária para uma visão normal, crescimento ósseo, integridade epitelial e reprodução.

A vitamina D (colecalciferol), na sua forma ativa, participa da formação e mineralização dos ossos e dentes. Pesquisas recentes a associam a uma melhora da resposta imune.

A deficiência dietética ou as alterações da microbiota intestinal por drogas ou fatores nutricionais que caracterizam o processo de disbiose (desequilíbrio na composição microbiana, capaz de destruir as relações mutualistas existentes nesse meio, comprometendo assim o estado de saúde do indivíduo) podem ocasionar um estado de carência da vitamina K que poderá interferir na coagulação sanguínea.

A vitamina E desempenha um efeito antioxidante sobre a vitamina A e os lipídeos insaturados, especialmente os poli-insaturados, como os ácidos graxos essenciais, evitando formação de peróxidos que desencadeiam ação lesiva em tecidos.

Quando os níveis de vitamina E são insuficientes, os radicais livres estão aptos a catalisar a peroxidação dos lipídeos de membranas, causando sua lesão. Dessa forma, as membranas podem apresentar estados anormais na comunicação celular e receptores, consequentemente, nas vias bioquímicas em nível de membrana como adenosina monofosfato cíclico (AMPc).

Uma dieta que forneça todos os nutrientes de modo a atender às necessidades nutricionais do atleta permitirá que o sujeito realize sua atividade física sem comprometer a saúde.

O uso de suplementos contendo vitaminas lipossolúveis deve ser avaliado individualmente, de acordo com a modalidade esportiva praticada e quando comprovada com exames bioquímicos o aumento da necessidade. Toda suplementação requer um monitoramento constante para evitar prejuízos à saúde.

Vitamina D

A vitamina D existe nas formas D2 e D3.

Vitamina D2: ergocalciferol ou calciferol; originada do ergosterol presente no tecido vegetal e amplamente utilizada na fortificação de alimentos.

Vitamina D3: colecalciferol; é produzida pelo efeito da irradiação solar UVB (comprimento de onda de 290 a 315 nm) no 7-deidrocolesterol presente na pele de mamíferos.

O colecalciferol é a forma que ocorre naturalmente nos seres humanos e nos animais, por exemplo, no óleo de fígado de bacalhau, na gordura de peixes, na manteiga e no fígado animal.

Participa da formação dos ossos e dentes, assim como também na absorção de cálcio e fósforo no intestino.

Segundo Wang (2012), estudos observacionais mostraram que baixos níveis séricos de vitamina D foram associados com um perfil lipídico aterogênico, em que posterior suplementação com colecalciferol (D_3 > 800 UI/dia) resultou em diminuição das concentrações séricas de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) e triglicerídeos (TG).

Pesquisas recentes evidenciaram que suplementos de vitamina D (1.100 UI/dia) e cálcio (1500 mg/dia) podem diminuir o risco de aparecimento de alguns tipos de câncer (colón, mama, pele, entre outros) (CABRAL, 2010).

A deficiência dessa vitamina tem sido associada a raquitismo em crianças e a osteomalácia em adultos. O excesso pode provocar anorexia, lipotimia, náuseas, constipação intestinal, vômitos, lesões renais e hipercalcemia.

Estudos realizados em atletas associam a vitamina D ao metabolismo do citrato, o qual é um produto intermediário do ciclo de Krebs, sugerindo que essa vitamina possa ter um impacto no metabolismo aeróbico.

Para garantir um bom aporte de vitamina D, devem ser consumidos alimentos como: gema de ovo, fígado, manteiga, óleos de fígado de peixes (atum, arenque, cavala e sardinha). Além da boa ingestão de vitamina D fornecida por uma dieta adequada, é importante também a exposição da pele à luz solar para aumentar as concentrações colecalciferol (vitamina D_3) no organismo.

A ingestão diária de referência para a vitamina D em homens e mulheres adultos é de 5 µg/dia (AOKI, 2012).

Você terá uma excelente leitura sobre os benefícios e a suplementação da vitamina D na área da saúde e do esporte no artigo de revisão científica intitulado: *Vitamina D no esporte e na saúde*. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/525>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Esse trabalho busca desvendar a participação dessa vitamina na função muscular, cardiovascular, imunológica, inflamatória e hormonal, além do seu papel na saúde óssea.

Vitamina E

É uma vitamina antioxidante razoavelmente resistente à alta temperatura, destruída em contato com gordura rançosa, chumbo, ferro. É armazenada no fígado e tecido adiposo.

Entre as ações atribuídas estão: intervêm na formação de DNA e RNA, participa na formação de glóbulos vermelhos, músculos e outros tecidos, atuando também em processos de cicatrização, além de prevenir a oxidação da vitamina A e de gorduras.

A vitamina E, em atletas, facilita a utilização do oxigênio e reduz o acúmulo de ácido lático sérico.

De acordo com Urso (2003), o alfa-tocoferol presente no óleo de germe de trigo (300 mg/dia durante 6 semanas) auxilia a diminuir a demanda de oxigênio pelos tecidos, auxiliando na circulação colateral e aumentando a potência muscular. Esses resultados sugerem um aumento do fornecimento de ácidos graxos para a produção de energia durante o trabalho aeróbico. Quando utilizada no treinamento intenso de ciclista e esquiadores, foi observada uma tendência a reduzir os níveis de vitamina E durante a atividade.

Tratamentos térmicos como o congelamento e a fritura em gorduras quentes destroem essa vitamina. Entre as funções da vitamina E podem ser citadas: potencializa a atividade da vitamina A; protege a membrana celular, impedindo a deterioração causada pelo radical livre e consequentemente o envelhecimento; impede a peroxidação de ácidos graxos poli-insaturados.

Suplementos diários de 1.200 UI de vitamina E podem melhorar o rendimento de trabalho submáximo, mesmo na ausência do treinamento aeróbico, e esse benefício é aumentado quando realizado em altas altitudes (MCARDLE, 2016).

A suplementação com vitamina E pode ter efeito benéfico devido ao fato de que os níveis baixos de disponibilidade de oxigênio podem propiciar a destruição das membranas dos glóbulos vermelhos, consequentemente, diminuindo o transporte de oxigênio, e esse é um efeito que pode ser atenuado por essa vitamina.

Sua deficiência não é comum devido à ampla disponibilidade dietética da vitamina E. Quando ocorre, está associada à má absorção ou a anormalidades no transporte dos lipídeos, além de sintomas de neuropatia.

Estudos em ratos encontraram que a anemia causada pela oxidação de fosfolipídeos nas membranas das hemácias resulta em hemólise e perda de hemoglobina. A esse fato também foi associada a redução da fosforilação oxidativa em mitocôndrias devido à destruição da coenzima Q no processo de transferência de elétrons.

Relatos de fraqueza muscular causada por distrofia muscular foram relacionados com carências nutricionais dessa vitamina.

Quanto a sua aplicação em seres humanos, a literatura mostra que a deficiência da vitamina E pode estar associada à anemia e à redução da fosforilação oxidativa, com consequente comprometimento do rendimento aeróbico.

A suplementação de vitamina E pode reduzir o risco de oxidação dos ácidos graxos, aumentando o suprimento de oxigênio para a produção de energia pelo ciclo de Krebs.

Com o aumento do fornecimento de ácidos graxos como substrato energético, a vitamina E é efetiva nas atividades de tolerância cardiorrespiratória.

Não é comum o relato de reações de toxicidade relacionadas com megadoses (> 10.000 mg/dia), porém em alguns estudos longitudinais, pacientes apresentaram sangramento, que desapareceu quando foi suspensa a utilização da vitamina.

A vitamina E pode ser encontrada em óleos de sementes, particularmente, o óleo de germe de trigo é a fonte mais rica. Embora em menores quantidades, também é encontrada em frutas, vegetais e gorduras animais.

A recomendação diária de vitamina E é de 1.000 mg/dia para homens e mulheres (AOKI, 2012).

Reflita

Prezado aluno nãoé tarefa fácil determinar com exatidão a deficiência de vitaminas lipossolúveis de um atleta. É importante ser possível se apropriar dos conhecimentos aprendidos anteriormente e recorrer à aplicação dos métodos de avaliação de ingestão alimentar e às mensurações bioquímicas ou sanguíneas.

Os atletas que correm risco de apresentar deficiências das vitaminas lipossolúveis são aqueles que restringem a ingestão energética para controle de peso, assim como também os que consomem quantidades de lipídeos abaixo das recomendações nutricionais diárias.

O consumo indiscriminado de suplementos vitamínicos lipossolúveis também pode ser um fato a ser cuidado de forma criteriosa, já que essas vitaminas são estocadas, e o excesso pode causar toxicidade com graves consequências para a saúde.

Depois das reflexões realizadas, é importante que novos questionamentos sejam levantados: como pode uma dieta deficiente em gorduras dietéticas acelerar a carência de vitaminas lipossolúveis? Quais são os sinais e sintomas que apontam a deficiência de vitaminas lipossolúveis? Como pode a vitamina E melhorar a circulação colateral e, consequentemente, a potência muscular? Qual seria o impacto que a deficiência da vitamina D teria no metabolismo do citrato e no metabolismo aeróbico?

Vitamina K

É conhecida como quinona e se encontra nas formas de: K1 (filoquinona), presente nas plantas verdes; K2 (menaquinona), formada a partir da ação de bactérias no trato gastrointestinal; K3 (menadiona), composto sintético, sendo mais potente, biologicamente, que as anteriores.

A vitamina K é resistente à cocção, tem sua absorção no intestino delgado e, em seguida, é transportada até o fígado. Juntamente com a protrombina, é indispensável para a coagulação sanguínea.

Sua deficiência pode estar associada à má absorção de lipídeos ou à destruição da microbiota intestinal por antibióticos ou algumas doenças hepáticas.

Doses excessivas de vitamina K sintética produziram anemia hemolítica em ratos e icterícia em lactentes (DÔRES, 2001).

A vitamina K é encontrada nos vegetais de folhas verdes (brócolis, repolho, alface, entre outros).

Uma quantidade significante é formada pelo microbioma do intestino grosso.

A ingestão dietética recomendada de vitamina K para homens é de 120 μg/dia e 90 μg/dia para mulheres (AOKI, 2012).

Sem medo de errar

A estagiária Selma, depois de fazer a leitura de alguns artigos da *homepage* do *Journal of International Society of Sports Nutrition* e com a ajuda do estudo da seção *Não pode faltar*, está pronta para iniciar a rotina da resolução da situação-problema, respondendo à primeira questão: quais são as funções fisiológicas da vitamina A e como ocorre sua absorção?

A vitamina A é essencial para a manutenção da visão, sendo importante para a integridade da fotorrecepção nos bastonetes e nos cones da retina por ser cromófora dos pigmentos visuais. A retina, na maioria dos mamíferos, contém dois tipos de células receptoras: os cones, que são especializados no sentido da cor e da visão em luz brilhante, e os bastonetes, especializados na acuidade visual à baixa luminosidade e ao escuro (visão noturna). Nos bastonetes, está presente a rodopsina ou púrpura visual constituída de uma proteína (opsina) ligada à vitamina A na forma de um aldeído, que constitui o grupo prostético da rodopsina.

A vitamina A também participa no crescimento e desenvolvimento ósseo, na diferenciação do tecido epitelial e células ósseas, assim como na estabilidade das membranas e na integridade do sistema imune. Ela participa da reprodução promovendo a espermatogênese. Outra função importante é a diferenciação e proliferação celular.

Sua absorção ocorre no intestino delgado por processo ativo, inicialmente como retinol. Na célula intestinal, o álcool é esterificado, formando palmitato, que é incorporado pelos quilomícrons. Transportada via sistema linfático até o fígado, onde aproximadamente 90% é armazenada na forma de palmitato, sendo hidrolisada posteriormente a retinol livre. O restante é estocado nos depósitos de gordura, pulmões e rins. Circula no organismo normalmente ligada à proteína ligadora do retinol e à pré-albumina.

Foi fácil e interessante responder a primeira questão aplicando os conhecimentos adquiridos, então podemos passar para a resolução da segunda questão: quais os efeitos da deficiência de vitamina D em atletas?

A vitamina D tem um grande impacto na manutenção eficiente do trabalho musculoesquelético, na mineralização e remodelação dos ossos, no incremento da massa, da força e da resistência dos

músculos porque desempenha um papel importante na manutenção da homeostase do cálcio e do fósforo no organismo, além de ter função preventiva no aparecimento de doenças neurodegenerativas, autoimunes, infecciosas no sistema nervoso e no sistema imune. Como resultado da deficiência de vitamina D, podem surgir as seguintes complicações em atletas:

- aumento do risco de fraturas.
- diminuição da força isométrica nas pernas.
- aumento da atrofia muscular nas fibras tipo II.
- redução da velocidade e do salto vertical.
- provável aparecimento de doenças associadas (artrite reumatoide, esclerose múltipla, acidente vascular encefálico, diabetes e outras doenças cardiovasculares e endócrinas).

Finalmente, a estagiária Selma e você responderão a última questão e, assim, poderão ter certeza de que o conhecimento sobre vitaminas lipossolúveis está consolidado.

Como pode ser explicado e mecanismo ergogênico da vitamina E?

A vitamina E é um poderoso antioxidante que desempenha importante função de proteção das membranas celulares e das lipoproteínas plasmáticas contra a lesão causada pelos radicais livres. Esse processo acontece por meio da varredura do radical peroxil e produzindo o radical tocoferoxil, que poderá ser reduzido a ascorbato e glutationa ou simplesmente oxidado a sua respectiva quinona.

O mecanismo proposto para sua utilização como recurso ergogênico é a potencialização dos efeitos causados pelo treinamento intenso, principalmente na musculatura esquelética, agindo como um potente antioxidante.

A vitamina E remove cataliticamente espécies reativas de oxigênio (EROs), proteínas que minimizam a presença de pró-oxidantes (ferro, cobre), ou seja, substâncias que podem prevenir ou retardar os efeitos oxidantes provocados pelos metabólitos do exercício.

Avançando na prática

Deficiência de vitamina K em atleta

Descrição da situação-problema

A atleta de futebol E. A. F, de 21 anos, joga na posição de atacante e treina três horas diariamente. Ela compareceu no ambulatório

do seu clube apresentando cansaço, palidez e relatando uso de antibiótico de amplo espectro durante 20 dias para tratamento de uma pneumonia resistente, 30 dias após a antibioticoterapia, apresentou hematúria (sangue na urina) e hemoptise (expectoração de sangue). A futebolista faz controle de ingestão alimentar para manutenção de peso. A equipe multiprofissional de saúde realizou o atendimento, tendo como hipótese diagnóstica deficiência de vitamina K. Os resultados obtidos da avaliação nutricional realizada com o auxílio de avaliação antropométrica e o recordatório de 24 horas, podem ser visualizados na Tabela 3.2 a seguir:

Tabela 3.2 | Parâmetros nutricionais da atleta de futebol com deficiência de vitamina K

Parâmetros	Resultados da avaliação nutricional	Valores recomendados
Massa corporal (kg)	50	55
Estatura (cm)	165	
IMC (kg/m²)	18,38	20
Ingestão calórica diária (kcal)	1.800	2.339
Carboidratos (%)	65	50-65
Proteína (%)	20	10-35
Lipídeos (%)	15	25-35

Fonte: Caballero-Córdoba (2017)

Com base nos resultados obtidos, a equipe multiprofissional deverá concluir:

a. Como a equipe suspeitou da deficiência de vitamina K na jogadora?

b. Qual exame bioquímico a equipe deverá solicitar para confirmar o diagnóstico?

c. Como pode ser tratada de forma imediata a deficiência de vitamina K na atleta?

Resolução da situação-problema

O diagnóstico de deficiência de vitamina K se justifica pelos sintomas apresentados pela atleta, tais como, hematúria, hemoptise e a alegação do tratamento prolongado com antibiótico (três a quatro semanas), que pode ter provocado uma disbiose que, por sua vez, induziu a carência.

A disbiose é um desequilíbrio da microbiota intestinal que pode ser provocado por uma alimentação desbalanceada e pelo uso de antibióticos que agridem as bactérias intestinais. Provoca má absorção de vitaminas, comprometimento da digestão e absorção de gorduras, assim como também desconjugação dos sais biliares.

As menaquinonas (K2), que são sintetizadas por várias espécies de bactérias intestinais, tiveram sua síntese prejudicada nesse caso.

Considerando os dados apresentados na Tabela 3.2, é possível verificar que a dieta ingerida, por sua vez, apresenta baixos valores de consumo de lipídeos, fato que reforça a carência da vitamina K, já que é uma vitamina lipossolúvel e o macronutriente que serve como veículo dessa vitamina está sendo ingerido em quantidade insuficiente.

Existem várias avaliações bioquímicas realizadas no sangue que podem confirmar o diagnóstico, entre as quais podem ser mencionadas: o teste de coagulação conhecido como tempo de tromboplastina parcial ativada, a dosagem de vitamina K sérica e a dosagem de proteínas subcarboxiladas (protrombina e osteocalcina).

De forma imediata, a atleta deve ser tratada com doses de 2,5 a 10 mg ministradas via endovenosa (DÔRES, 2001). A dieta da atleta precisa sofrer um aumento das calorias totais ingeridas e aumentar o aporte de lipídeos para aproximadamente 30% da ingestão calórica diária, além de incentivar o consumo de vegetais de folhas verdes como brócolis, repolho e alface. Fontes animais como queijo, gema de ovo e fígado também devem ser oferecidas nas refeições. A alteração da microbiota intestinal, ocasionada pelo antibiótico, deve ser corrigida oferecendo produtos fontes de probióticos como os alimentos fermentados como iogurte, kefir, entre outros. É importante que, na fase de recuperação do estado nutricional, a atleta seja acompanhada por um profissional médico e um nutricionista, pois somente esses profissionais têm a atribuição legal de prescrever dietas, probióticos adequados a cada condição clínica e suplementos vitamínicos.

Faça valer a pena

1. As vitaminas lipossolúveis não podem ser consumidas em excesso por que podem ter efeitos tóxicos, uma vez que são armazenadas em diferentes tecidos no organismo. Quanto às funções das vitaminas lipossolúveis no corpo humano, relacione a Coluna A com a Coluna B.

Coluna A
1. Vitamina A
2. Vitamina D
3. Vitamina E
4. Vitamina K
COLUNA B
___ Participa na formação de protrombina ativa.
___ Componente da rodoprina e importante na manutenção de tecidos epiteliais.
___ Funciona como antioxidante para prevenir o dano celular.
___ Promove o crescimento e a mineralização dos ossos
Escolha a alternativa que apresenta a sequência correta da relação das vitaminas lipossolúveis com suas respectivas funções:
a) 1, 4, 3, 2.
b) 3, 2, 1, 4.
c) 2, 3, 4, 1.
d) 4, 1, 3, 2.
e) 3, 1, 2, 4.

2. A vitamina E é um poderoso antioxidante que desempenha importante função na proteção das membranas das células e das lipoproteínas plasmáticas contra a lesão causada pelos radicais livres. A vitamina E durante o exercício físico pode:
I. Reduzir a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados que se encontram nas membranas das células, fato que aumenta o fornecimento de oxigênio e a produção de energia via ciclo de Krebs.
II. Em estados de deficiência, causar a oxidação dos fosfolipídeos das membranas dos glóbulos vermelhos, resultando em hemólise e consequente anemia perniciosa.
III. Aumentar a fosforilação oxidativa na mitocôndria devido à preservação da coenzima Q no processo de transferência de elétrons, melhorando o rendimento aeróbico.
Escolha a alternativa correta sobre o auxílio da vitamina E durante o exercício físico:
a) Somente a alternativa I está correta.
b) Somente as alternativas I e III estão corretas.
c) Somente a alternativa II está correta.
d) Somente a alternativa III está correta.
e) Somente as alternativas II e III estão corretas.

3. A vitamina A é necessária para o crescimento e o desenvolvimento do esqueleto e das partes moles em razão de seus efeitos na síntese proteica e na diferenciação das células ósseas. Para essa propriedade, a forma ativa se

dá como ácido retinoico. Na área esportiva, foi verificado que a deficiência de vitamina A pode diminuir a síntese de glicogênio, lactato, glicerol e a síntese de proteínas.

Considerando que a vitamina A interfere na síntese proteica, é correto afirmar que:

a) Tem função importante na hipertrofia muscular e, consequentemente, para os exercícios de resistência.

b) Melhora o rendimento físico a grandes alturas.

c) Mantém a matriz intercelular da cartilagem, do osso e da dentina.

d) É coenzima implicada na síntese de ácidos nucleicos.

e) Pode estar implicada no aumento da absorção do cálcio.

Seção 3.3

Minerais

Diálogo aberto

A estagiária Selma vem observando que no dia a dia tem aumentado o uso de suplemento mineral pelos membros da equipe de futebol, principalmente sob a alegação de que melhora o ganho de massa muscular e promove mais resistência ao esforço físico em curto período de tempo.

Selma está investigando mais sobre o papel dos minerais para poder argumentar com propriedade que o uso desses nutrientes deve ser feito sob prescrição de profissionais especialistas em nutrição esportiva, já que sua deficiência ou seu excesso podem causar danos à saúde.

Para a estagiária, é importante mostrar para os jogadores usuários de suplemento mineral que o uso adicional de minerais por si só não é substituto de um bom programa de treinamento e do consumo de uma dieta adequada planejada para as atividades físicas realizadas na rotina diária.

Na busca de conhecimentos novos para continuar desempenhando com eficiência sua função de estagiária numa equipe de futebol, Selma faz a leitura de um artigo em uma revista de nutrição esportiva e se depara com um artigo que discute a importância dos minerais na prática da atividade física.

Ao longo da leitura surgem as seguintes dúvidas: quais são as principais funções do cálcio que contribuem para melhorar o rendimento físico do atleta? Qual é a importância do zinco para a atividade física? O que é a anemia esportiva e quais seriam suas prováveis causas?

Não pode faltar

A Seção 3.3 trata do assunto “minerais”, e serão estudados alguns macro e microminerais como: ferro, cálcio, magnésio, zinco e cromo, abordando aspectos do seu metabolismo, mecanismo ergogênico, hipótese, efetividade, seu uso e recomendação, assim como também a segurança/ética.

Você não pode esquecer a importância que esses micronutrientes têm como matéria de estudo para os estudantes de educação física, já que eles atuam como cofatores no metabolismo de produção de energia durante o exercício físico.

Lembrar e entender são coisas que se aprendem ao mesmo tempo, portanto, desejamos a você um bom estudo.

Introdução

Substâncias inorgânicas conhecidas como minerais são essenciais para as funções celulares normais. Eles representam aproximadamente 4% do peso corporal. Alguns estão presentes em concentrações elevadas no esqueleto, nos dentes, mas também são encontrados em outras estruturas corporais, intra e extracelularmente, assim como dissolvidos nos fluidos corporais. Podem estar presentes como íons ou combinados com vários compostos orgânicos. Os compostos minerais que podem dissociar-se em íons no corpo são chamados eletrólitos.

Algumas funções fisiológicas dos minerais afetam diretamente os atletas e estão relacionadas com a melhora do processo de contração muscular, o ritmo cardíaco, a condução do impulso nervoso, o transporte de oxigênio, a saúde do tecido ósseo e o equilíbrio acidobásico no sangue.

Por definição, os macrominerais (cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, cloreto e enxofre) são aqueles de que o corpo precisa em quantidades acima de 100 mg/dia. Os microminerais ou elementos traços (ferro, zinco, cobre, selênio, cromo, iodo flúor, manganês, molibdênio, níquel, silicone, vanádio, arsênio e cobalto) são aqueles necessários em quantidades muito pequenas e que contribuem com menos de 0,001% da massa corporal.

Para cada mineral, existe uma recomendação de ingestão diária ideal. E também, para alguns, foi definido o limite superior tolerável de ingestão (UL), definido como o nível máximo de ingestão diária de um dado nutriente que, improvavelmente, cause riscos de efeitos adversos à saúde para quase todos os indivíduos (97 a 98%) de um grupo de faixa etária e sexo específicos.

Ferro

O ferro tem papel importante como elemento estrutural do grupo heme dos glóbulos vermelhos do sangue, assim como em processos metabólicos de DNA, RNA e neurotransmissores.

A absorção do ferro ocorre no intestino, no qual é carregado pela transferrina (proteína que se liga ao ferro), sendo posteriormente armazenado no fígado sob a forma de ferritina. É aconselhável sua ingestão juntamente com o ácido ascórbico para facilitar sua absorção. Sua deficiência causa palidez, fadiga, falta de ar a pequenos esforços e anemia ferropriva. O excesso tem sido relacionado com sintomas como cefaleia, convulsões e náuseas.

Esse mineral é encontrado em alimentos como: carne bovina, vísceras, leguminosas e hortaliças e folhas verde-escuras.

Existem várias causas para que os atletas tenham deficiência de ferro. Uma ingestão restringida se associa também a uma ingestão inadequada de ferro. Por outro lado, é conhecido que o exercício aumenta de forma significativa as perdas de ferro por diferentes processos. Tem sido reportado aumento de perdas de ferro pela urina e no suor em maratonistas pós-competição. Também foram documentadas maiores perdas a nível gastrointestinal nesses atletas.

Os corredores de fundo perdem ferro por hemólise, provocada pelo impacto dos pés contra o chão ao correr; por outro lado, quando o atleta treina em altitudes maiores ou quando a pessoa sedentária inicia a atividade física, há maior eritropoiese por sequestro, o que aumenta os requerimentos de ferro e diminui os níveis séricos. Em atletas mulheres, além das perdas ocasionadas pelo esforço físico, também devem ser consideradas as perdas de ferro que ocorrem durante os ciclos menstruais. Os atletas que apresentam um maior risco de ter uma deficiência de ferro são a mulheres, os corredores de fundo, os vegetarianos e os adolescentes.

Está bem estabelecido que a deficiência de ferro tem uma influência negativa no rendimento do atleta. Um baixo estoque de ferro diminui a concentração de todas as enzimas e proteínas que contêm ferro, hemoglobina e mioglobina e que estão envolvidas no processo de transporte de oxigênio, consumo máximo de oxigênio e metabolismo energético. Isso traz, como consequência, a diminuição na capacidade aeróbica muscular, portanto, reduz o rendimento do atleta.

Ainda não há consenso, na literatura científica, sobre o uso de suplementação de ferro em atletas, porém, é importante que sejam sempre identificados e acompanhados os sujeitos mais susceptíveis a apresentar deficiências. Da mesma forma, não se tem definida uma dosagem padronizada para esse fim, já que os efeitos gastrointestinais adversos podem prejudicar e desencorajar seu uso.

A suplementação de 125 mg de sulfato ferroso em nadadoras tem reportado boa tolerância, adesão e continuidade do tratamento (ARAÚJO, 2011). A quantidade diária recomendada de ferro para indivíduos sadios com atividade física moderada é de 8 mg para homens e 18 mg para mulheres, podendo sofrer aumento para 27 mg durante o período gestacional e UL de 45 mg/dia de acordo com Aoki (2012).

Cálcio

É o mineral mais abundante encontrado no organismo, com 99% presente nos ossos e dentes e 1% presente no sangue e líquidos extracelulares.

A absorção do cálcio acontece no duodeno, controlada pela ação da vitamina D, e as quantidades não absorvidas são excretadas nas fezes. Muitos fatores podem contribuir para a não absorção do cálcio, como a presença de ácido oxálico em alguns alimentos (acelga, espinafre, folhas de beterraba e cacau).

A ingestão apropriada de cálcio associada ao exercício físico realizado com algum tipo de peso assegura uma massa óssea ótima. Está comprovado que a prática regular de exercício físico aumenta a mineralização óssea e diminui o risco de fraturas e osteoporose.

Existe um risco importante de deficiência de cálcio em atletas do gênero feminino que realizam treinamentos intensos de forma sistemática. Essas atletas, geralmente ginastas e patinadoras sobre gelo, não têm uma ingestão adequada de cálcio devido à restrição significativa da ingestão energética para a manutenção de peso. Perdas de peso consideráveis, também contribuem para diminuir os níveis de estrogênio e provocam amenorreia, fato que predispõe a osteoporose de forma prematura.

Alguns estudos comprovam que a densidade óssea está diminuída em alguns grupos de atletas, o que aumenta o risco de fraturas por

estresse, especialmente de coluna lombar, colo do fêmur, diáfise femoral e tíbia.

Não existem recomendações específicas para os requerimentos e suplementação de cálcio em atletas, mesmo assim, é aconselhado que seja mantida uma ingestão de 1.000 a 1.500 mg/dia (AOKI, 2012). Por outro lado, muitos atletas permanecem longos períodos dentro dos ginásios sem se expor à luz solar, portanto, deve ser avaliado se os atletas são candidatos para receber suplementação de vitamina D e cálcio simultaneamente.

A deficiência de cálcio resulta em deformidades ósseas como: raquitismo, osteomalacia, osteoporose. Pode provocar também: tetania (irritabilidade das fibras e centros nervosos, resultando em espasmos musculares, paralisia muscular das pernas) e hipertensão.

A biodisponibilidade do cálcio no intestino pode estar afetada em estados de deficiência de vitamina D. Os carboidratos, como a lactose, melhoram a absorção de cálcio ao aumentar sua difusão passiva através das membranas das vilosidades intestinais. Dietas ricas em oxalato, fibras (acima de 25-30 g/dia) e ácido fítico são classificadas como depressoras da absorção alimentar ao formar complexos com o cálcio no intestino.

Segundo Mann (2009), a ingestão diária recomendada para adultos jovens de ambos sexos é de 1.000 mg. A UL estabelecida para o cálcio é de 2.500 mg para homens e mulheres.

Recomendamos a você que faça a leitura do artigo intitulado: *Determinação da ingestão de micro e macro nutrientes na dieta de praticantes de crossfit*, que mostra os resultados dessa pesquisa, evidenciando consumo de cálcio e magnésio inferior às recomendações diárias. Os microminerais ferro e zinco foram ingeridos em quantidades acima das recomendações. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/695/584>. Acesso em: 15 jun. 2017.

Magnésio

O magnésio está envolvido em mais de 300 reações enzimáticas, incluindo metabolismo do glicogênio, oxidação de lipídeos, síntese proteica e de ácidos nucléicos (DNA e RNA). Também participa em diferentes funções de origem neuromuscular, cardiovascular e imune,

motivo pelo qual é um micronutriente importante durante a atividade física.

Pode ser afirmado que o magnésio é antagónico ao cálcio, porque, na contração muscular normal, o cálcio age como estimulador e o magnésio como um relaxante.

As reações das células vasculares e musculares lisas dependem da proporção de cálcio e magnésio.

O magnésio é absorvido no intestino delgado, sendo a maior parte no jejuno. O rim o armazena especialmente quando sua ingestão é baixa.

A deficiência causa tremores, espasmos musculares, mudanças de personalidade, anorexia, náuseas e vômitos.

Entre as fontes alimentares, podem ser citadas: amêndoas, castanha do Brasil, nozes, aveia, amendoim, leguminosas, grãos e cereais moídos, assim como vegetais de folha verde-escura, pois está presente na clorofila das plantas.

Alguns estudos têm demonstrado que a ingestão de magnésio nem sempre é ideal em atletas. Por outro lado, outros pesquisadores têm descrito aumento das perdas de magnésio durante a atividade física por meio da urina e esfoliação celular. Mesmo assim, a evidência até o momento indica que a suplementação com magnésio não tem nenhum efeito sobre o rendimento, por meio da mensuração de força, índices aeróbicos e anaeróbicos, além das concentrações de ácido lático.

Não há indicação de que a suplementação de magnésio possa melhorar o desempenho de atletas, a não ser em situações em que há deficiência comprovada desse mineral.

A dose diária de magnésio recomendada é de 420 mg e 320 mg para homens e mulheres respectivamente (AOKI, 2012). Para ambos sexos, o UL é de 350 mg.

Zinco

O zinco é um cátion intracelular que, além de estar envolvido no metabolismo de macronutrientes e na replicação celular, também intervém na síntese de massa muscular, defesa imunológica, sendo imprescindível para o crescimento e fazendo parte da estrutura da enzima superóxido dismutase, que participa de reações antioxidantes.

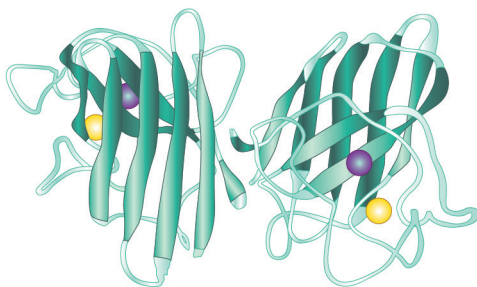
Ele é absorvido no intestino delgado e transportado para o fígado. As maiores perdas de zinco ocorrem pelas fezes, urina e sudorese excessiva. As concentrações mais altas de zinco estão na musculatura, ossos e secreções de fluidos corporais.

Pesquisas demonstram que o consumo de zinco em atletas pode ser uma estratégia adequada, especialmente em mulheres que restringem a ingestão energética. Também foi constatado que a atividade física ocasiona perdas de zinco pelo suor e urina, especialmente depois do exercício. O aumento na excreção de zinco na urina depois do exercício físico tem sido atribuído a um aumento das trocas minerais no músculo esquelético. A suplementação com zinco (50 mg/dia) não tem mostrado uma melhora no rendimento do atleta (AOKI, 2012).

Sua deficiência tem sido associada a: retardo no crescimento, atraso na maturação sexual, baixa resistência a infecções, paladar alterado, cicatrização prejudicada, irritabilidade, depressão. O excesso de zinco tem sido relacionado com o aparecimento de náuseas, vômitos, dor epigástrica, diarreia, tonturas.

Algumas fontes alimentares desse mineral são: carne bovina, aves, frutos do mar, vísceras, grãos integrais, castanhas, legumes e cereais. Para suprir as necessidades diárias de zinco, devem ser ofertadas 11 mg para homens e 8 mg para mulheres, segundo Aoki (2012). A UL do zinco para ambos sexos é de 40 mg/dia (PADOVANI, 2006).

Exemplificando

Figura 3.3 | Estrutura da enzima Cu-Zn-superóxido dismutase (SOD), encontrada no citoplasma, composta por duas cadeias iguais contendo cobre (esfera azul) e zinco (esfera amarela)

Fonte: Champe (2009, p. 405).

A superóxido dismutase (SOD) está presente em todos os organismos aeróbios e catalisa a dismutação do radical superóxido.

A SOD mitocondrial é uma enzima tetramérica manganês-dependente por apresentar um átomo desse mineral por subunidade de SOD.

A SOD citoplasmática tem duas subunidades, cada uma contendo um átomo de cobre e um átomo de zinco.

Nos fluidos extracelulares, a SOD também é zinco-cobre dependente, porém é uma enzima tetramérica com quatro átomos de cobre e quatro de zinco em cada molécula. É secretada pelas células endoteliais.

Cromo

O cromo é um elemento traço essencial para o metabolismo dos carboidratos e lipídeos porque aumenta a sensibilidade da insulina e estimula a captação de glicose e aminoácidos. Melhorando-se a captação de glicose, pode auxiliar na reposição do glicogênio e o transportado de aminoácidos que atua estimulando a síntese proteica.

Esse micronutriente, por sua vez, ajuda a manter a integridade estrutural dos ácidos nucléicos, além de regular e controlar as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

Pesquise mais

Outra leitura que vai contribuir com seu aprendizado é a publicação da revisão sistemática que trata sobre a ação do cromo como potencializador da ação da insulina pela ligação à proteína Glut4, provendo a captação de mais glicose e reduzindo o perfil lipídico inibindo a enzima hepática hidroximetilglutaril-CoA-redutase. Essa pesquisa bibliográfica é intitulada: **Suplementação de cromo associado ao exercício físico**. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/647/558>. Acesso em: 16 jun. 2017.

A deficiência desse elemento traço pode ocasionar efeitos metabólicos prejudiciais à saúde, entre os quais podem ser destacados:

- diminuição da tolerância à glicose.
- redução dos receptores de insulina (resistência à insulina).
- aumento das concentrações de colesterol e triglicerídeos sanguíneos.

- redução dos níveis das lipoproteínas de alta densidade (HDL).
- aparecimento de placas ateroscleróticas aórticas.
- impacto negativo no rendimento esportivo, porque interfere no metabolismo e homeostase da glicose, podendo afetar a eficiência para a realização da atividade física.

O cromo pode ser encontrado em carnes, fígado, óleos vegetais, gorduras, maçãs com casca, ostras, vinho, extrato de levedura, vinho e cerveja.

A recomendação diária é de 35 mg para homens e 25 mg para mulheres, segundo Aoki (2012).

De acordo com Padovani (2006), não foi definida uma quantidade máxima recomendada de cromo a fim de prevenir danos à saúde.

Assimile

Os minerais formam parte importante na estrutura de várias enzimas envolvidas nos processos metabólicos, como glicólise, glicogenólise, oxidação de lipídeos e síntese proteica. Também estão envolvidos na estabilidade da membrada e em reações antioxidantes.

O ferro e o cálcio são nutrientes inorgânicos encontrados em maior quantidade no corpo humano, podendo ser encontrada frequentemente a deficiência desses minerais em um número significativo de atletas, especialmente em mulheres, e isso pode ter um efeito negativo sobre o rendimento dos atletas e o estado geral da saúde dos mesmos.

Minerais como o zinco, cobre, manganês e selênio atuam como antioxidantes ou fazem parte de compostos antioxidantes que evitam os efeitos deletérios da produção aumentada de radicais livres.

O zinco é componente das enzimas desidrogenase lática, da superóxido dismutase e da anidrase carbônica, que estão relacionadas com a produção de energia, crescimento e reparação de tecidos.

Mesmo que o magnésio e o zinco desempenhem funções metabólicas importantes durante a atividade física, a literatura e a prática clínica não mostram deficiências frequentes desses macrominerais.

Também não pode faltar o oligomineral cromo, que constitui um importante elemento para o metabolismo de carboidratos e lipídeos, sendo responsável pela manutenção das funções da insulina e estimulando a síntese de proteínas.

Reflita

Comumente, os indivíduos que desejam melhorar sua condição física focam dois aspectos que consideram fundamentais: o consumo de uma dieta adequada e a adesão a um treinamento intenso.

Dentro desse binômio, há anos vem aumentando progressivamente o interesse sobre a relação sinergética entre a dieta e o exercício para conseguir um ótimo bem-estar e um bom desempenho. Nesse sentido, também aumentaram o número de estudos que destacam o papel dos minerais como melhoradores das funções fisiológicas, da saúde e do rendimento esportivo.

Mesmo assim, é observado que, entre os profissionais de saúde, permanece a impressão geral de que os atletas, quando comparados com indivíduos sedentários, costumam ter um consumo inadequado de pelo menos um mineral, o que pode acabar provocando fenômenos marginais de deficiência, toxicidade por consumo excessivo e/ou ingestão acima do recomendado do produto da suplementação e sem a devida orientação de profissionais em nutrição esportiva, fato que também pode gerar um desempenho físico insuficiente nas sessões de treinamento.

Um dos principais problemas encontrados nos dias atuais é a suplementação mineral realizada por profissionais não qualificados para a prescrição desse tipo de micronutriente, o que nos leva a levantar os seguintes questionamentos: como o excesso de nutrientes pode afetar a saúde e o rendimento físico? Pode a suplementação de minerais provocar uma interação mineral-mineral de modo a comprometer o desempenho do atleta? Como pode o treinamento físico, apesar de estar associado a dietas equilibradas, provocar a perda de minerais em atletas?

Sem medo de errar

Com o conhecimento consolidado e integrado ao longo dos estudos da disciplina de Nutrição aplicada à saúde e ao esporte, e especificamente com base na leitura da seção *Não pode faltar*, a estagiária Selma começa a encontrar a resposta às suas dúvidas, dando solução à primeira questão: quais são as principais funções do cálcio que contribuem para melhorar a performance física do atleta?

O cálcio participa de várias funções fisiológicas que auxiliam na melhora da performance física, tais como:

- contração muscular.
- transmissão de impulsos nervosos.
- ativação de reações enzimáticas.
- funcionamento de membranas celulares.
- coagulação do sangue.
- desempenha um papel importante no metabolismo do glicogênio ao ativar a enzima fosforilase quinase para promover a glicólise.

Logo, procede à resolução da questão: qual é a importância do zinco para a atividade física?

Na atividade física, o zinco é importante porque tem ação antioxidante, contribuindo para reduzir a produção de radicais livres, radicais formados durante a própria atividade física (treinamento). Também está associado ao rendimento esportivo, uma vez que auxilia na melhora o trabalho das fibras musculares de contração rápida.

E finalmente dá solução à questão: o que é a anemia esportiva e quais seriam suas prováveis causas?

A anemia esportiva é um tipo de anemia caracterizada por uma concentração e hemoglobina inferior aos valores considerados normais na população, também conhecida como concentração de hemoglobina subótima.

Sua incidência é maior em atletas que participam em esportes que requerem uma maior capacidade cardiorrespiratória (aeróbica), particularmente corredores de longas distâncias.

Entre as prováveis causas de anemia, podem ser apontadas:

- Hemólise: os indicadores e critérios diagnósticos são hematúria (sangue na urina). Os mecanismos que podem contribuir para o catabolismo dos glóbulos vermelhos e a consequente hematúria são o impacto do pé contra o solo, mioglobina muscular (mioglobinúria) e lesões na bexiga urinária ocasionadas pelo impacto repetitivo e constante da parede posterior da bexiga contra a base do mesmo órgão durante a corrida.
- Aumento do volume do plasma (expansão do plasma) sem um correspondente incremento da concentração dos glóbulos

vermelhos ou uma combinação desses dois fatores, conhecida como hemodiluição. A provável causa desse fenômeno é o efeito crônico fisiológico/hematológico do exercício (treinamento).

Avançando na prática

Deficiência de cálcio em atleta de futebol

Descrição da situação-problema

Um jogador de futebol de 25 anos com fratura de tíbia é atendido pela equipe multiprofissional do clube para acompanhar sua recuperação. A nutricionista da equipe realizou uma avaliação nutricional aplicando métodos antropométricos, histórico dietético e analisou o exame de densitometria óssea fornecido pelo ortopedista.

Os dados antropométricos classificaram o atleta dentro de um estado de eutrofia. No histórico alimentar, foi constatado que, desde a adolescência, o jogador faz uso de uma dieta de alimentos sem lactose porque segue uma dieta exótica; a ingestão de cálcio é de 500 mg/dia e o consumo de fibras é de 40 g/dia. A densitometria óssea confirmou uma osteoporose e um teor de cálcio corporal de 600 g, sendo que o valor de referência para adulto jovem é 960 g, de acordo com Mann (2009).

Analisando as informações, como a nutricionista da equipe pode interpretar os resultados em relação a:

a. O provável fator etiológico da fratura de tíbia no atleta?

b. Quais são os fatores que podem estar prejudicando a biodisponibilidade do cálcio na dieta do jogador?

Após as análises supracitadas, como a nutricionista deve orientar a suplementação de cálcio para esse jogador?

Resolução da situação-problema

A nutricionista da equipe multiprofissional respondeu as questões fazendo as seguintes considerações:

a. O provável fator etiológico da fratura de tíbia no atleta foi a deficiência de aporte de cálcio pela dieta, já que o atleta faz restrição de produtos lácteos para evitar o consumo de lactose. Esse caso demonstra que uma privação de cálcio contínua e por

longos períodos, principalmente na fase de crescimento, tem graves consequências para a saúde óssea, podendo comprometer o futuro profissional do jogador. Os resultados encontrados confirmam que a ingestão de cálcio está inferior a 500 mg/dia, quantidade que não atende às necessidades diárias do sujeito, as quais, de acordo com as recomendações, é de 1000 mg/dia.

b. O jogador está consumindo 40 g/dia de fibras, e a quantidade recomendada é de 25 a 30 g/dia. Nesse caso, a dieta rica em fibras pode estar afetando a absorção de cálcio ao formar complexos com o íon e aumentar a excreção do mineral nas fezes. Os carboidratos como a lactose melhoram a absorção de cálcio ao aumentar sua difusão passiva através das membranas das vilosidades intestinais.

No caso do atleta com diagnóstico de osteoporose, pode ser orientada a utilização de um suplemento de cálcio associado à vitamina D para melhorar sua absorção, como uma forma imediata de corrigir a ingestão insuficiente por meio da dieta. Podem ser aconselhadas 1.000 mg/dia de cálcio suplementar. Concomitantemente, deve ser aconselhado o consumo de laticínios, produtos de soja, vegetais verdes folhosos, nozes e sementes secas. A suplementação com cálcio deve ser monitorada, porque o excesso de cálcio pode provocar alcalose metabólica.

Faça valer a pena

1. Os macrominerais ou minerais maiores estão presentes no organismo em quantidades relativamente grandes. Os microminerais ou minerais menores estão presentes em quantidades diminutas e contribuem menos de 0,001% para a massa corporal. A seguir, relacione a coluna A, com a coluna B.

Coluna A
1. Macromineral
2. Microminerais

Coluna B
___ Cobre
___ Zinco
___Cálcio
___Ferro

___Magnésio
Escolha a sequência correta que relaciona a Coluna A com a Coluna B:
a) 2, 2, 1, 2, 1.
b) 1, 2, 1, 2, 1.
c) 1, 1, 2, 1, 2.
d) 2, 1, 2, 1, 2.
e) 2, 1, 1, 2, 2.

2. O magnésio é um mineral essencial que participa como cofator em mais de 400 reações enzimáticas. Essas reações têm papel central no controle da atividade neuronal, excitabilidade cardíaca, transmissão neuromuscular, contração muscular, tônus vasomotor e pressão arterial. Ele é importante para o atleta porque seu mecanismo ergogênico pode ser:
I. Considerado um potencial elemento limitador do desempenho esportivo, uma vez que exerce papel fundamental no metabolismo intermediário.
II. Utilizado na síntese de hemoglobina e melhorar a oxigenação de tecidos, otimizando a produção de energia pelo sistema aeróbico.
III. Parte ativa da via glicolítica, portanto a hipótese ergogênica dessa substância é uma possível melhora nessa via de fornecimento de energia.
IV. Reparador tecidual, atua sobre o sistema imunológico, participa do metabolismo intermediário e, principalmente, minimiza os efeitos oxidantes do treinamento de alta intensidade.
Escolha a alternativa correta associada ao mecanismo ergogênico do magnésio:
a) Somente as alternativas I e II estão corretas.
b) Somente as alternativas II e III estão corretas.
c) Somente as alternativas I e III estão corretas.
d) Somente as alternativas I e IV estão corretas.
e) Somente as alternativas II e IV estão corretas.

3. Os minerais são substâncias inorgânicas essências para as funções celulares normais. Eles representam aproximadamente 4% do peso corporal. Alguns estão presentes em concentrações elevadas no esqueleto, nos dentes, mas também em outras estruturas do organismo e dissolvidos nos fluidos corporais. Em relação às funções dos minerais coloque a letra (V) na afirmativa verdadeira e a letra (F) na afirmativa falsa:
___ O fósforo participa na formação de ossos e na ativação da vitamina B.
___ O magnésio participa na formação de hemoglobina e mioglobina
___ O cálcio participa da ativação enzimática e da contração muscular.
___ O zinco participa da síntese de proteínas, função imune e maturação sexual.
___ O cromo é cofator de enzimas antioxidantes.
Escolha a alternativa que apresenta a sequência correta sobre as funções

dos minerais:

a) V, V, V, V, V.

b) F, F, V, F, F.

c) V, F, V, F, V.

d) V, F, V, V, F.

e) F, V, F, V, F.

Referências

AOKI, M. S.; BACURAU, R. F. P. **Nutrição no esporte**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra: COB Cultural, 2012.

ARAÚJO, L. R. et al. Aspectos gerais da deficiência de ferro no esporte, suas implicações no desempenho e importância do diagnóstico precoce. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 493-502, maio/jun. 2011.

BUENO, B. A.; RIBAS, M. R.; BASSAN, J. C. Determinação da ingesta de micro e macro nutrientes na dieta de praticantes de crossfit. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 59, p. 579-586, set./out. 2016.

CABRAL,C.M.; GRUEZO, N.D. Ingestão de cálcio e vitamina D e risco de câncer colorretal: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Cancerologia**, São Paulo, v. 56, n. 2, p.259-266. 2010.

CHAMPE, P. C.; RICHARD, A.; HARVEY, D. R. F. **Bioquímica ilustrada**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

DÔRES, S. M. C.; PAIVA, S. A. R.; CAMPANA, A. O. Vitamina K: metabolismo e nutrição. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14. n. 3, p. 207-218, set./dez. 2001.

DRIS. National Academy of Sciences. Institute of Medicine. **Food and Nutrition Board**. Comprehensive DRI tables for vitamins, minerals and macronutrients; organized by age and gender. Includes the 2010 updated recommendations for calcium and vitamin D. 2011. Disponível em: <http://nationalacademies.org/hmd/~/media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRI-Tables/7_%20Nutrients%20Summary.pdf?la=en>. Acesso em: 30 jul. 2017.

FACCIM, A. G. Avaliação antropométrica e nível de ingestão dos micronutrientes ferro, vitamina C e cálcio em atletas de handebol do Instituto Federal do Espírito Santos-Campus Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9. n. 50, p. 120-128, mar./abr. 2015.

FALCÃO, L. E. M. Suplementação de cromo associado ao exercício físico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 57, p. 343-349, maio/jun. 2016.

FERRARINI, P.; MACEDO, R. C. O. Vitamina D no esporte e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 50, p. 150-163, mar./abr. 2015.

FERREIRA, L. G.; BURINI, R. C.; MAIA, A. E. Dietas vegetarianas e desempenho esportivo. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 469-477, jul./ago. 2006.

MACHADO, M. C.; PAIXÃO, M. P. C. P. Estudo de com praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 6, n. 36, p. 477-485, nov./dez. 2012.

MANN, J.; TRUSWELL, A. S. **Nutrição humana**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

MAUGHAN, R. J; BURKE, L. M. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**: energia, nutrição e desempenho humano. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

OLIVEIRA, I. P. et al. Consumo de antioxidante entre praticantes e não praticantes de atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 11, n. 64, p. 428-436, jul./ago. 2017.

PADOVANI, R. M. et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 741-760, nov./dez., 2006.

PETRY, E. R. et al. Suplementações nutricionais e estresse oxidativo: implicações na atividade física e no esporte. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Florianópolis, v. 35, n. 4, p. 1071-1092, out./dez. 2013.

PIMENTEL, B. G.; MOREIRA, S. V. M.; SILVA, A. F. Avaliação dos rótulos de suplementos esportivos quanto à biodisponibilidade de micronutrientes. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 20-29, jan./fev. 2007.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 6. ed. Barueri: Manole, 2009.

REZENDE, J. R. et al. Diagnóstico da deficiência de vitamina K. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v. 5, n. 1, Pub. 4, janeiro 2012.

RIBAS, M. R. et al. Ingestão de macro e micronutrientes de praticantes de musculação de ambos sexos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 49, p. 91-99, jan./fev. 2015.

SANTOS, J. A. R.; SILVA, D. J. L.; GADELHO, S. F. N. A. Ingestão nutricional de corredores de meio fundo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 5, n. 29, p. 402-416, set./out. 2011.

SANTOS, D. A.; SANTOS, F. B. L.; CARVALHO, L. M. F. Perfil nutricional e ingestão alimentar de cálcio e ferro por atletas adolescentes praticantes de badminton. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 11, n. 63, p. 278-288, maio/jun. 2017.

SILVESTRE, M. G. P. et al. Vitamina C como agente antioxidante em exercício de endurance. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 3, n. 16, p. 313-318, jul./ago. 2009.

SUNDARAM, M. E.; COLEMAN, L. A. Vitamin D and influenza. **Advices in Nutrition**, Marshfield, v. 1, n. 3, p. 517-525, October 2012.

URSO, M. L.; CLARKSON, P. M. Oxidative stress, exercises and antioxidant supplementation. **Toxicology**, n. 189, p. 41-54, 2003.

WANG, H. et al. Influence of vitamin D supplementation on plasma lipids profile: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Lipids in Health and Disease Journal**, v. 11, n. 42, p. 1-9, 2012.

Uso de recursos ergogênicos

Convite ao estudo

Caro estudante, queremos agradecer pelo tempo e compromisso com a disciplina Nutrição Aplicada à Saúde e ao Esporte. Na caminhada que fizemos juntos, unindo esforços ao longo de muitos dias, acabamos chegando à quarta e última unidade intitulada Uso de recursos ergogênicos.

Nesse momento, percebemos e concluímos que cada segundo de leitura tem sido um verdadeiro auxílio ergogênico para nossos cérebros ávidos por conhecimentos que permitem exercer a profissão de educador físico de forma ética e com competência para aplicar, reunir e interpretar dados importantes que propiciem a tomada de decisões, produto de uma reflexão integrada sobre temas relevantes da nutrição esportiva.

Esta unidade traz três seções, nas quais serão abordados os temas a seguir:

1. Recursos ergogênicos nutricionais, farmacológicos, fisiológicos e genéticos.

2. Aspectos práticos da nutrição aplicada ao desempenho esportivo.

3. Nutrição funcional na prática esportiva.

Para comprovar que o trabalho em equipe pode ser sempre melhor, a estagiária de educação Selma trará seu colega Sérgio para seu local de estágio. Sérgio é estudante de nutrição e faz estágio com atletas paraolímpicos. Ambos estão interessados em seguir estudos de pós-graduação em nutrição esportiva, por isso, acreditam que sempre haverá um espaço aberto para discussões que os façam crescer academicamente.

Você pode imaginar quais são os assuntos que Selma e Sérgio

vão trazer para discutir e ficar aptos a continuar o processo de educação permanente?

Agora você também fará parte do debate dos acadêmicos, então não esqueça que o aprendizado de determinados assuntos fará a diferença no seu futuro profissional.

É a formação, em contraste com a informação. A formação, por ser mais profunda e difícil, exige concentração, portanto, nos estudos avançados, a melhor estratégia a se utilizar é desligar as redes sociais e se ligar no estudo.

Seção 4.1

Recursos ergogênicos nutricionais, farmacológicos, fisiológicos e genéticos

Diálogo aberto

Vamos relembrar que no Convite ao estudo, a estagiária Selma atualmente faz parceria nos estudos com Sérgio, o estagiário de nutrição. Agora ambos estão procurando informações sobre o uso de recursos ergogênicos e sobre substâncias proibidas que podem ser considerados doping.

Enquanto faziam suas respectivas buscas nas homepages da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e na *World Anti-doping Agency* (WADA ou AMA), perceberam que alguns conceitos e práticas aplicadas nas rotinas de treinamento e nutrição dos atletas que vinham acompanhando até o momento poderiam estar fora do preconizado pelas resoluções legais estabelecidas.

Os estagiários trocavam ideias e procuravam soluções para que as legislações que regulamentam o uso de auxílios ergogênicos sejam aplicadas com seriedade, obedecendo os princípios éticos propostos pelo código mundial de antidoping e as resoluções da ANVISA, que visam promover a saúde dos atletas.

Depois de algum tempo de discussão, os estagiários acabaram formulando os seguintes questionamentos: como podem ser classificados os recursos ergogênicos? Quais são os efeitos fisiológicos esperados dos recursos ergogênicos nutricionais? Quais as vantagens e desvantagens do uso de esteroides anabolizantes androgênicos na atividade esportiva como auxílio ergogênico?

Chegou o momento de estudar e, na seção "Não pode faltar", você encontrará o conteúdo que permitirá ajudar os estagiários a responder as questões.

É bom lembrar um princípio básico da teoria do aprendizado: quase sempre gostamos daquilo que entendemos. O conhecimento passa a ser um prazer, depois que superamos as barreiras iniciais de compreensão do assunto tratado.

Não pode faltar

Nesta seção, você aprenderá conceitos importantes sobre a utilização de recursos ergogênicos nutricionais, farmacológicos, fisiológicos e genéticos, pautando sempre os princípios e a legislação vigente.

A seguir, estão destacados alguns tópicos que serão abordados:

- Recursos ergogênicos nutricionais: creatina, cafeína, glutamina, carnitina, óxido nítrico, bicarbonato de sódio, glutamina, arginina, taurina.
- Recursos ergogênicos farmacológicos: esteroides anabolizantes, efedrina.
- Recursos hormonais: possuem efeitos androgênicos e anabólicos (esteroides anabólicos, hormônio do crescimento).
- Recursos ergogênicos fisiológicos: doping sanguíneo, eritropoetina.
- Legislação: vantagens e desvantagens do uso.

De fato, se você é um bom leitor, ganhará tempo, aprenderá muito e a leitura será uma satisfação.

Introdução

Etimologicamente, o termo ergogênico tem sua origem na palavra grega *ergon* (trabalho) e *gennan* (gerar, produzir). Portanto, o termo significa: "que gera trabalho". Os recursos ergogênicos, teoricamente, são estratégias aplicadas com a finalidade de melhorar o rendimento esportivo.

Recentemente, foram conceituados como a aplicação de substância e/ou procedimentos do tipo nutricional, físico, mecânico, psicológico e farmacológico, não nocivos à saúde, utilizados com o objetivo de melhorar o rendimento físico do atleta ao retardar fadiga e favorecer a recuperação, mas sem estarem incluídos na lista de substâncias consideradas doping.

Doping é um termo utilizado para caracterizar o emprego de qualquer substância ilegal com a finalidade de melhorar artificialmente o desempenho físico. A seguir, são descritas algumas substâncias e/ou suplementos aos quais são atribuídos efeitos ergogênicos com evidência científica.

Recursos ergogênicos nutricionais

Creatina

Componente derivado de aminoácidos e que é estocado no músculo. É fonte rápida de ressíntese de ATP durante o exercício intenso e diminui em períodos de recuperação. Sua degradação diária é de 1 a 2 g, e quando há necessidades adicionais, pode ser sintetizada no fígado, a partir dos aminoácidos arginina, glicina e metionina.

Sua elevada ingestão dietética causa uma supressão temporária da produção endógena. Existe uma grande variação individual no acúmulo de creatinina intramuscular, mas não é conhecido o motivo dessa diferença.

Segundo Oliveira (2017), os protocolos de suplementação com creatina recomendam uma carga rápida de 20 a 25 g em duas doses por 5 dias, ou de carga lenta: 3 g/dia por 28 dias, e a manutenção requer de 2 a 3 g/dia, durante oito semanas. Quando não se mantém o fornecimento de creatina após cinco semanas, as concentrações musculares voltam aos níveis basais.

A suplementação pode provocar um aumento de peso rápido durante a carga (1 kg), o que provavelmente é justificado pela retenção de água e a redução da produção de urina.

A suplementação com creatina (Cr) provoca um aumento nos conteúdos intramiocitários de Cr na ordem de 15 e 20% e um incremento de 10% nas concentrações de fosfocreatina (PCr), especialmente nas fibras tipo II, porém, nem todos os indivíduos respondem igualmente à suplementação. Essa estratégia ergogênica permite:

• Aumentar a capacidade de ressíntese de ATP durante o exercício intermitente de alta intensidade.

• Tamponar a diminuição do pH intramiocitário ocasionado pelo acúmulo de ácido lático depois de esforços intensos porque, para a síntese intramuscular de ATP e Cr, a creatina quinase utiliza íons de hidrogênio, além de ADP e PCr.

• Inibir a fosfofrutoquinase, resultando em consequente inibição de toda a via glicolítica anaeróbica e produção de lactato.

• Potencializar a difusão de ATP desde a mitocôndria até as miofibrilas de miosina, permitindo a regeneração de uma maior contração muscular.

- Aumentar o efeito anabólico devido ao aumento da osmolaridade, que atua estimulando a síntese proteica.

Os efeitos ergogênicos da suplementação com Cr têm sido descritos para exercícios de alta intensidade e curta duração, nos quais a PCr fornece o ATP necessário para a contração muscular.

Também tem sido observado que a ingestão de Cr melhora o aporte energético durante exercícios intermitentes e de alta intensidade, que intercalam atividades de curta duração e muito alta intensidade com longos períodos de menor intensidade.

Bicarbonato de sódio

Durante o exercício intenso, anaeróbico, a rápida formação de energia na forma de ATP, dá lugar a um acúmulo de H^+, lactato e perda de potássio (K^+).

A célula muscular possui mecanismos para tamponar o acúmulo de íons, mas a maioria consegue migrar para o espaço intersticial e para o sangue, em que o bicarbonato (HCO_3) se associa aos íons de hidrogênio para formar $H_2 CO_3$, que imediatamente se dissocia a CO_2 e H_2O, que são produtos que podem ser excretados. Esse mecanismo de tamponamento não é suficiente para impedir a formação de íons hidrogênio durante o exercício intenso, por esse motivo, deverá ser veiculado de forma exógena. O aumento do pH sanguíneo retarda a fadiga muscular durante o exercício anaeróbico prolongado. De acordo com Aoki (2012), são recomendadas doses de carga de 0,3 g de bicarbonato de sódio por quilo de peso corporal, 1 a 2 horas antes do exercício.

O bicarbonato de sódio não possui riscos para a saúde, exceto possíveis moléstias gastrintestinais (vômitos, diarreia, tontura). É recomendado ingerir o bicarbonato com água para prevenir a diarreia hiperosmótica.

Cafeína

A cafeína é um alcaloide que se encontra de forma natural em folhas, frutos e sementes de mais de 60 espécies vegetais. Ela tem efeito estimulante porque aumenta a ação de catecolaminas e AMP cíclico, o que leva a um aumento da lipólise no tecido adiposo e no músculo, aumentando a disponibilidade de ácidos graxos livres e triglicerídeos intramusculares. Produz alterações no sistema nervoso central que modificam as percepções do esforço e da fadiga e

também aumenta a liberação da adrenalina.

O efeito benéfico é alcançado utilizando doses pequenas e moderadas, de 1 a 3 mg/kg de peso ou 50 a 200 mg/dia de cafeína (AOKI, 2012). Pode ser tomada em momentos diferentes: antes, durante ou no final do exercício, quando começam os sintomas de fadiga.

O excesso de cafeína (> 500 mg/dia) produz aumento da frequência cardíaca, alteração da motricidade fina, excitação, ansiedade e insônia, condições que podem interferir na recuperação do exercício, segundo (AOKI, 2012).

Glicerol

Agente hiper-hidratante, na forma de glicerina ou outro suplemento, que é absorvido rapidamente e se distribui em todos os compartimentos corporais, aumentando a pressão osmótica. A dose de carga é de 1 a 1,5 g de glicerol/kg de peso corporal, juntamente com 25 a 35 mL de líquido/kg de peso corporal, o que produz uma retenção de aproximadamente 600 mL.

Esse tipo de recurso ergogênico é útil em ambientes cálidos e úmidos, quando há sudorese excessiva, ou em condições de dificuldade para a reposição de líquido.

Pesquise mais

É importante que você dedique um tempo para a leitura do artigo, *Uso do doping sanguíneo como recurso ergogênico*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v5n5/a07v5n5.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2017.

Esse artigo científico traz o posicionamento oficial do Colégio Americano de Medicina do Esporte sobre qualquer procedimento de doping sanguíneo utilizado com o objetivo de melhorar o desempenho esportivo ser considerado antiético, desonesto e expor o atleta a riscos de saúde graves.

Glutamina

É o aminoácido livre mais abundante no plasma e no músculo. Considerado como condicionalmente essencial, sua função está relacionada à transferência de nitrogênio entre órgãos, manutenção do equilíbrio ácido-básico em estados de acidose, regulação da síntese e degradação de proteínas. É fonte de energia para as células da mucosa intestinal e para as células do sistema imune.

Os atletas fazem uso da glutamina buscando uma melhora da recuperação após o exercício e para aumentar a resistência às infecções, já que inibe a produção de citocinas evolvidas na inflamação e/ou na imunossupressão.

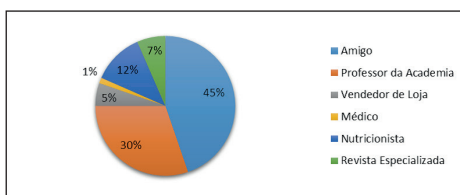
Os atletas têm utilizado doses diárias de 30 mg/kg de peso corporal, máximo de 5 g/dia, distribuídas em duas tomadas: uma imediatamente antes do exercício e outras duas horas depois da atividade física (AOKI, 2012).

Assimile

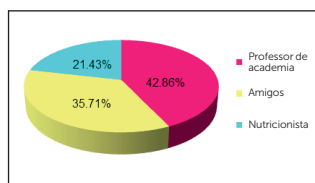
Com base na leitura realizada, você constatou que o uso de recursos ergogênicos nutricionais, de acordo com a legislação, tem sua prescrição justificada em atletas para os quais o tipo de esporte realizado e os períodos de competição podem aumentar as demandas nutricionais, ficando complicado o fornecimento de nutrientes unicamente pela dieta ingerida.

A ANVISA (2010) não recomenda o uso de suplemento para pessoas praticantes de atividade física que realizam exercícios para a promoção da saúde, recreação e/ou com fins estéticos.

De acordo com normas internacionais, os recursos ergogênicos devem ser consumidos e/ou ministrados com a orientação de profissionais competentes e éticos. Nas Figuras 4.1 e 4.2, podemos visualizar as fontes de indicação de recursos ergogênicos em academias de duas cidades e estados diferentes do Brasil.

Figura 4.1 | Fontes de indicação dos ergogênicos nutricionais e/ou farmacológicos – Barra de Piraí (RJ)

Fonte: Pereira (2014, p. 61).

As duas pesquisas constataram que aproximadamente 75% das indicações dos recursos ergogênicos nutricionais e/ou farmacológicos foram feitas sem a orientação de um profissional especializado na área e sem monitoramento dos prováveis efeitos colaterais do produto utilizado.

Figura 4.2 | Fontes de indicação de suplementos alimentares em academia do município de Palmitinho (RS)

Fonte: Cheffer (2016, p. 395).

Nesse caso, é relevante mencionar que, nas pesquisas, foram utilizados recursos ergogênicos lícitos e ilícitos, os quais são comercializados no mercado livremente, acompanhados de mensagens atraentes que afirmam as propriedades milagrosas que essas substâncias têm de melhorar o rendimento esportivo a tal ponto que passam a ser substitutos da dieta e/ou do treinamento.

Deve ficar claro que a necessidade do emprego de recursos ergogênicos deve ser avaliada individualmente por uma equipe profissional capacitada que possa cuidar e fazer uma intervenção segura e monitorada do atleta que faz uso de produtos para melhorar o rendimento esportivo.

β-hidroxi-β-metilbutirato (HMB)

Metabólito do aminoácido leucina aumenta o ganho de força e massa magra quando associado ao treinamento de resistência, melhorando a recuperação pós-exercício. É conhecido como um agente anticatabólico. Acredita-se que pode auxiliar a diminuir o catabolismo em indivíduos não treinados, mas quando o sujeito se adapta ao treinamento, não produz mais benefícios (mais de oito semanas). Os especialistas sugerem seu uso quando se inicia um novo treinamento.

Carnitina

É um composto sintetizado no organismo a partir dos aminoácidos essenciais: lisina e metionina. Além deles, ascorbato, niacina e vitamina B_6, assim como o ferro reduzido, são necessários para sua síntese em humanos, que ocorre principalmente no fígado e no rim.

A L-carnitina desempenha um papel importante no metabolismo dos lipídeos. Sua principal função é participar no transporte dos ácidos graxos de cadeia longa até a matriz mitocondrial, por ação

da carnitina palmitoil transferase, onde serão oxidados para obter energia, especialmente em estados de jejum e durante os exercícios de baixa e moderada intensidade. Seu efeito ergogênico tem sido atribuído em esportes com elevados componentes de resistência, em que o aumento da oxidação de ácidos graxos permite uma menor utilização do glicogênio como fonte de energia, melhorando, assim, o rendimento.

A dose habitual ingerida é de 2 a 6 g/dia (distribuídos em duas a três doses de 1-2 g).

Arginina e óxido nítrico

É um aminoácido condicionalmente essencial que promove a secreção de hormônios anabólicos como a insulina, hormônio do crescimento.

Suplementos de arginina podem melhorar a reparação tecidual e aumentar a síntese de colágeno, além de apresentar ação imunofarmacológica. Seu uso em atividades esportivas tem sido associado a mudanças na composição corporal, caracterizadas pelo ganho de massa muscular e perda de tecido adiposo.

A L-arginina, é um potente precursor da produção de óxido nítrico (NO). A formação de NO é catalisada pela enzima nitrato sintase, a qual transforma a L-arginina em NO. No organismo, existem três isoformas óxido nítrico: tipo I ou neuronal (constitutivo), tipo II ou induzível e o tipo III ou endotelial constitutivo. No músculo esquelético, são encontrados os tipos I e III, distribuídos uniformemente tanto nas fibras lentas quanto nas rápidas. O aumento das ações do NO durante o exercício pode ser devido ao incremento nas concentrações de cálcio na fibra muscular durante o exercício. A suplementação de L arginina tem sentido, já que o NO atua como potente vasodilatador, reduz a concentração de lactato pelo exercício e pode auxiliar em diversas doenças cardiovasculares na correção da disfunção endotelial.

Em alguns casos, a L-arginina é comercializada juntamente com o L-aspartato. Por sua vez, o L-aspartato é um precursor do oxalacetato, que ativa aumentando a oxidação dos lipídeos e incrementa o clearance periférico de amônia. Assim, é sugerido que a combinação de L-arginina e L-aspartato poderia aumentar a oxidação de lipídeos, diminuir a oxidação de glicose e reduzir os níveis de lactato; assim como a frequência cardíaca e a ventilação em exercícios submáximos, melhorando a adaptação a eles. Isso implicaria num aumento da

capacidade de trabalho submáximo e na tolerância ao exercício. Algumas pesquisas afirmam que a citrulina, arginina e ornitina causam uma diminuição nos níveis de amônia plasmática, o que aumenta a tolerância por parte do organismo ao exercício intenso. Também tem sido descrito que os aminoácidos citados aumentam a síntese de glicogênio muscular e glutamina, assim como também reduzem as concentrações de lactato e amoníaco.

A arginina tem um efeito estimulante do hormônio de crescimento (GH) e da insulina, podendo atuar como precursor da creatina. Esses fatos foram comprovados por meio da administração endovenosa, mesmo que, na forma oral, o efeito não se produz em doses inferiores de 1 a 3 g/dia.

A suplementação recomendada para atletas que se recuperam de uma lesão e permanecem inativos é de 2 a 3 g por via oral, três vezes ao dia (WAITZBERG, 2009).

Pesquisas têm evidenciado que a suplementação com arginina aumenta a concentração de óxido nítrico, e este, por sua vez, potencializa a vasodilatação, aumentando o fluxo sanguíneo, reduzindo a resistência periférica e aumentando o fornecimento de oxigênio com consequente redução do débito cardíaco.

O rendimento e a forma física são áreas temáticas nas quais tem estado focada a investigação sobre o uso de recursos ergogênicos.

Cada substância tem um efeito que deve ser determinado antes de ser ministrado em atletas. Sendo assim, devem ser observados os seguintes aspectos:

- Segurança: devem ser conhecidos os efeitos colaterais secundários sobre a saúde do atleta a curto, médio e longo prazo.

- Efetividade: é importante considerar a função ergogênica e/ou ergolítica (efeito negativo sobre o rendimento), que tenha sido descrita em pesquisas científicas que atendam aos padrões metodológicos e éticos nacionais e internacionais.

- Legalidade: é imprescindível que os profissionais que supervisionam e prescrevem a utilização das substâncias ergogênicas conheçam a legislação vigente do uso desses produtos.

Os profissionais da nutrição esportiva devem prescrever somente os produtos que dispõem de evidências científicas sobre seu potencial efeito fisiológico e estar sempre acompanhando as mudanças da legislação que regulamenta o uso dos recursos ergogênicos em atletas.

Pode o benefício derivado do uso de um recurso ergogênico ser mais importante que a segurança do seu emprego? Podem os recursos ergogênicos nutricionais comprometer a saúde do atleta? Quais são os efeitos colaterais do uso de recursos ergogênicos que podem resultar em óbito de um desportista? Qual é a expectativa de vida saudável de um atleta de elite que faz uso crônico de recursos ergogênicos?

Taurina

É um aminoácido sulfurado considerado condicionalmente essencial em algumas etapas da vida, e sua ingestão tem sido relacionada com diminuição da lesão muscular provocada do estresse oxidativo. Pode ser sintetizada no organismo a partir da metionina e da cisteína, utilizando a vitamina B6 como cofator da reação enzimática.

Ela tem efeito antioxidante, havendo evidências de que atua como neurotransmissor, regulador do equilíbrio homeostático do organismo, estabilizador de membranas celulares (colabora com a passagem de potássio, sódio, cálcio e magnésio através das mesmas), estimula a função imune e participa da desintoxicação de substâncias químicas estranhas. Sua aplicação no esporte se baseia em estudos que indicam que a taurina atua como um imitador da insulina no metabolismo de carboidratos e proteínas, de forma que altas concentrações desse aminoácido aumentam a atividade da insulina plasmática, fato que contribui para diminuir a glicose sanguínea e aumentar as reservas hepáticas de glicogênio.

Pesquisas demonstram que dietas suplementadas com taurina parecem ter uma relação direta com o aumento da síntese proteica, auxiliando a prevenção do catabolismo produzido pelo estresse e/ou pelo treinamento intenso.

Uma dose de 0,5 a 1,0 g, três vezes ao dia, pode ser útil para a realização de exercícios aeróbios, com o objetivo de aumentar o estoque de glicogênio após esgotamento das reservas (WAITZBERG, 2009).

Recursos ergogênicos farmacológicos

Esteroides anabolizantes androgênicos (EAA)

Os esteroides anabolizantes androgênicos são substâncias proibidas utilizadas na dopagem de atletas olímpicos, motivo pelo qual é um dos compostos quantificados nas provas de rotina durante as competições. Essas substâncias são análogos sintéticos do hormônio testosterona com ação anabolizante androgênica.

No esporte, são utilizados de forma fraudulenta para aumentar massa muscular, força, potência e a eritropoiese, podendo também ocasionar comportamentos agressivos. Em pequenas doses associadas ao planejamento alimentar, ocasionam aumento da competitividade. São fármacos utilizados no treinamento por períodos de médio e curto prazo.

Os anabolizantes estanozolol, danazol e nandrolona melhoram o rendimento esportivo pelo aumento de massa muscular, força, potência e incremento da agressividade. São aplicados em ciclos de 6 a 10 semanas, oral ou intramuscular, em doses que oscilam de 7 a 700 mg/dia (WAIZBERG, 2009).

Como todos os fármacos, os esteroides anabolizantes têm efeitos colaterais, como: diminuição de produção da testosterona endógena, atrofia testicular (alteração na produção de espermatozoides), aumento inicial do desejo sexual com posterior diminuição, piora da resposta imune, diminuição da lipoproteína HDL, alopecia, aumento do risco de infarto do miocárdio, lesões musculoesqueléticas, lesões hepáticas, irritabilidade, alterações psíquicas e comportamentais. Para inibir os efeitos dos esteroides anabolizantes, é comum associá-los com o uso de antiestrogênios, hormônio do crescimento, diuréticos etc.

Na mulher, aparecem características sexuais secundárias masculinas (aumento dos pelos faciais, engrossamento da voz, aumento do tamanho do clitóris).

Efedrina (efedra)

A efedrina ou "Ma-huang" é uma substância que possui efeito simpaticomimético ao estimular a secreção de dopamina, noradrenalina e serotonina.

Seus principais efeitos ergogênicos são aumentar a potência muscular, reduzir a sensação de fadiga, incrementar a competitividade e a agressividade e aumentar o gasto energético ocasionado pelo

incremento da lipólise e da taxa metabólica basal, assim como também a supressão do apetite, fatores que resultam em perda de peso.

Entre os efeitos adversos dessa substância, podemos ter:

- Cardiovasculares: taquicardia, arritmia cardíaca, angina, vasoconstrição, hipertensão arterial e frequência cardíaca.
- Dermatológicos: sudorese, acne.
- Respiratórios: dispneia, edema pulmonar.
- Geniturinários: aumento da secreção da urina devido ao aumento do fluxo sanguíneo.
- Sistema nervoso central: ansiedade, insônia, euforia, obsessão, hostilidade, pânico, agitação, dependência física, transtorno psiquiátricos, dor de cabeça, tremores.
- Metabólico: hiperglicemia provocada pelo aumento da glicogenólise no fígado e incremento da liberação de glucagon com consequente diminuição das concentrações de insulina.

A efedrina é uma substância proibida pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), pela Agência Mundial Antidoping (AMA ou WADA) e, desde 2004, a Agência de Drogas e Medicamentos dos Estados Unidos (FDA) declarou a proibição do uso desse composto em suplementos alimentares.

Recursos ergogênicos hormonais

Uma ampla variedade de hormônios peptídicos vem sendo utilizada pelos atletas para melhorar o rendimento. Entre eles, podemos mencionar: hormônio do crescimento, eritropoietina, gonadotrofina coriónica, hormônio da pituitária, gonadotrofina sintética e o fator do crescimento relacionado à insulina (IGF-1).

O uso dessas substâncias e seus respectivos metabólitos de liberação são proibidos por todas as organizações internacionais esportivas (COI, AMA etc.)

Hormônio do crescimento

Esse hormônio estimula a lipólise no tecido adiposo e a neoglicogênese no tecido hepático. Seu efeito anabólico pode ser produto da mediação dos fatores de crescimento relacionados à insulina (IGF-1). Os atletas fazem uso do hormônio de crescimento para aumentar massa muscular e força.

Comumente é utilizado em associação com EAA e com atividade física intensa na rotina dos atletas.

Tem um potente efeito sobre o metabolismo de carboidratos e lipídeos, contribuindo para reduzir o metabolismo da glicose e de proteínas pela ativação da utilização de lipídeos como fonte de energia.

Entre os efeitos adversos, podemos citar: dor no local da injeção, retenção de líquidos, hipertrofia das fibras musculares com aumento de estruturas inelásticas. A nível cardiovascular, evidencia-se um aumento das fibras de colágeno, fibroses, infiltração celular, necrose, alterações associadas a arritmias e o desenvolvimento de insuficiência cardíaca.

A utilização prolongada pode resultar em comportamento antissocial, depressão, psicose, intolerância à glicose, fadiga, fraqueza muscular, disfunção erétil, hiperlipidemia, hipotireoidismo, acromegalia e gigantismo.

Recursos ergogênicos fisiológicos e genéticos

Manipulação de sangue e seus componentes

Na prática esportiva, está proibido o uso de eritrócitos ou qualquer outra forma de aumentar artificialmente a absorção ou o fornecimento de oxigênio, da mesma forma que a manipulação intravenosa por meios físicos e/ou químicos do sangue e seus componentes. Não é permitida a utilização de transportadores artificiais de oxigênio (produtos perfluorados, efaproxiral e produtos de hemoglobina modificada), expansores plasmáticos (albumina, dextrano etc.).

Essa prática pode afetar a funcionalidade cardiovascular causada pelo aumento da viscosidade sanguínea, que poderá ser constatada em exames bioquímicos de hematócrito e dosagem de eritropoietina (EPO).

Doping genético

O doping genético é considerado pela AMA como a dopagem do futuro. É proibida a transferência de polímeros de ácidos nucléicos ou seus respectivos análogos, uso de células normais e/ou geneticamente modificadas para melhora do rendimento atlético. Exemplos desse tipo de doping são: agonistas do receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama (PPARδ), agonistas da proteína quinase (AMPK).

O caso específico de dopagem genética para promover a

produção de eritropoietina (EPO) é uma superexpressão do gene que leva a eritropoiese excessiva.

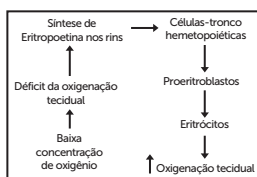
Até o momento não existem métodos eficazes para detectar esse tipo de dopagem.

Eritropoietina (EPO)

A epoetina alfa e darbepoetina alfa são EPOs recombinantes humanas utilizadas para estimular a produção de eritrócitos.

Esses compostos aumentam a contagem de glóbulos vermelhos, hematócrito e concentração de hemoglobina plasmática. Os efeitos anteriormente descritos podem promover um aumento na oferta de oxigênio para o organismo, resultando em melhora do rendimento físico.

Entre os riscos associados ao abuso de estimulantes de EPO e/ou hormônio eritropoietina incluem-se: aumento da viscosidade sanguínea associada a um aumento do trabalho cardíaco, que leva a disfunções do ventrículo esquerdo; hipertensão; episódios tromboembólicos; hipertrofia cardíaca; fibrose; hiperatividade dos sistemas simpáticos e serotoninérgicos; acidentes vasculares cerebrais; infarto do miocárdio; e morte súbita.

Figura 4.3 | Mecanismo da eritropoietina (EPO) para aumentar a produção de eritrócitos por déficit de oxigenação tecidual e seu reestabelecimento

Fonte: Martelli (2013, p. 30).

A figura mostra que, em baixas concentrações de oxigênio, a EPO começa a ser sintetizada em um período que oscila de minutos a horas, alcançando sua produção máxima em 24 horas.

Pesquisas demonstram que a EPO estimula proeritroblasto a partir de células troncos hematopoiéticas da medula óssea que sofrem diferenciação, formando novos eritrócitos, que melhoram a oxigenação dos tecidos, resultando em melhora da capacidade de metabolização de oxigênio.

Legislação

Durante muito tempo, as federações esportivas de cada país estabeleciam as normativas e as listas de substâncias proibidas e métodos proibidos utilizados por atletas para melhor rendimento.

Para dar homogeneidade à legislação de uso de substância ergogênicas no esporte, foi fundada, em novembro de 1999, a *World Anti-doping Agency* (WADA) ou Agência Mundial Antidopagem (AMA), uma fundação independente com sede no Canadá, cujos princípios éticos são: "amizade, solidariedade e jogos limpos". Até a atualidade, é a entidade mundial que luta contra a dopagem, encarregada de elaborar as normativas antidoping de modo uniforme para todos os países e federações.

O COI e os Comitês Olímpicos Nacionais também são organizações que intervêm na elaboração e discussão do "Código Mundial Antidoping". Esse código passou a vigorar em 2004 e assegura que as normas de antidopagem sejam iguais para os atletas de todos os países do mundo.

No Brasil, a produção de suplementos dietéticos para atletas está regulamentada pela ANVISA, que alega que os recursos ergogênicos nutricionais devem ser utilizados exclusivamente por atletas devidamente monitorados por uma equipe médica e nutricionistas.

A posição da AMA define que o atleta é responsável por toda substância que seja encontrada no seu corpo, não importando a forma como o composto chegou ao seu organismo. Se os testes do atleta dão positivos, o resultado final será a desqualificação e uma possível sanção ou suspensão. Em última instância, os desportistas são responsáveis pelo que ingerem.

Sem medo de errar

Depois de horas de estudos e de discussões em dupla, os estagiários Selma e Sérgio estão aptos a responder os questionamentos que foram apresentados no "Diálogo aberto". Com todas as anotações organizadas durante a leitura da seção "Não pode faltar" em mãos, Selma e Sérgio respondem o primeiro questionamento: como podem ser classificados os recursos ergogênicos?

Os recursos ergogênicos podem ser classificados como:

Recursos mecânicos: aspectos externos, como o uso de tênis,

roupas e depilação, que podem melhorar o desempenho em milésimos de segundo, e contribuem para quebrar recordes mundiais.

Recursos psicológicos: provocar situações de sugestão; realizar exercícios de concentração ou de visualização; uso de hipnose; e, inclusive, os aplausos do público.

Recursos fisiológicos: pretendem melhorar alguma resposta fisiológica do corpo durante o exercício, para aumentar o rendimento. Alguns exemplos são: doping sanguíneo; eritropoietina; suplementos de oxigênio; ácido aspártico; carga de bicarbonato de sódio; e carga de fosfato.

Recursos farmacológicos: são sugeridos como substância que possuem propriedades ergogênicas, mesmo que, na maioria dos casos, tenham sido conhecidos previamente como fármacos utilizados para tratar doenças (álcool, anfetaminas, betabloqueadores, cafeína, cocaína, diuréticos, canabioides, nicotina).

Recursos nutricionais: que realizam o planejamento nutricional que favoreça o desempenho esportivo em situações específicas e também inclui o uso de suplementos como creatina, glutamina, supercompensação de carboidratos, entre outros.

Recursos hormonais: possuem efeitos androgênicos e anabólicos (esteroides anabólicos, hormônio do crescimento).

O próximo passo dos estagiários é dar solução à segunda questão: quais são os efeitos fisiológicos esperados dos recursos ergogênicos nutricionais?

São vários os mecanismos fisiológicos esperados dos recursos ergogênicos nutricionais que podem ser destacados:

- Melhora da produção e utilização de energia (carboidratos, creatina, glutamina, carnitina).
- Retardo da fadiga que permita a realização de esforços prolongados (carboidratos, cafeína, bicarbonato de sódio, BCAA).
- Incremento da força e potência muscular (creatina, cafeína, proteínas, HMB, BCAA).
- Auxílio a reduzir o tempo de recuperação no pós-exercício (creatina).
- Manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico adequado (bebidas isotônicas, glicerol).

- Aumento da resistência a lesões (glutamina).

Selma e Sérgio estão prontos para responder a terceira pergunta e, para isso, fazem uso de alguns esquemas que elaboraram durante os estudos. A pergunta sobre quais as vantagens e desvantagens do uso de esteroides anabolizantes androgênicos na atividade esportiva como auxílio ergogênico foi respondida da seguinte forma: os esteroides anabolizantes androgênicos são compostos que podem ser naturais ou sintéticos semelhantes ao hormônio masculino, testosterona.

As vantagens do seu uso são atribuídas às ações anabólicas que melhoram a síntese proteica que se traduz como um aumento da massa magra e redução do tempo de recuperação pós-treinos intensos, características essas que resultam na otimização do desempenho esportivo.

Todos os efeitos positivos antes mencionados os colocam como a substância ergogênica mais utilizada no processo de dopagem atualmente.

Entre algumas desvantagens podem ser citadas:

- Prejuízos ao sistema cardiovascular (cardiomiopatias, aterosclerose, hipertensão e aumento do colágeno tecidual cardíaco).
- Aumento das concentrações plasmáticas de LDL-C e diminuição do HDL-C.
- Aumento da tolerância à glicose e da resistência à insulina.
- Diminuição dos hormônios da tireoide e danos hepáticos com aumento dos níveis de aspartato aminotransferase.
- Necrose tubular aguda, caracterizada por inchaço de células tubulares e hipoplasia celular, túbulos distais hemorrágicos.
- Mudanças de comportamento (agressividade, irritabilidade, euforia, depressão).

Avançando na prática

Recurso ergogênico versus doença

Descrição da situação-problema

Os estagiários Selma e Sérgio adotaram o hábito de estudar juntos e discutir a abordagem dos problemas que vão fazer parte das rotinas individuais de cada um. Selma, estudante de Educação Física, pode contribuir com os conhecimentos da área de

treinamento, e Sérgio, acadêmico de Nutrição, pode auxiliar dando sua opinião em relação à questão alimentar dos atletas que estão sob seus cuidados.

A nova dinâmica de estudos criada pela dupla possibilita que Selma amplie seu aprendizado sobre nutrição aplicada em esportes praticados por atletas paraolímpicos e, por outro lado, Sérgio terá a oportunidade de adquirir novos conhecimentos sobre o treinamento de jogadores de futebol. Essa troca de saberes possibilita desenvolver habilidades e competências para trabalhar em equipes multiprofissionais.

Hoje Sérgio trouxe para discussão o caso da atleta E.S.P. Ela é uma nadadora paraolímpica da categoria S-9 (atletas com limitações físico-motoras), com 22 anos de idade, que ingressou no pronto-socorro após a competição, apresentando quadro de infarto do miocárdio (IM) e acidente vascular encefálico isquêmico (AVEI), pressão arterial (PA) 18 X 10 mmHg, desidratada e com disfagia grave (problemas para deglutir que impossibilitam receber dieta via oral). Na história pregressa, foi verificada amputação do membro inferior esquerdo abaixo do joelho há 11 anos após acidente automobilístico. Diante da gravidade do caso, a equipe médica solicitou alguns exames bioquímicos porque suspeita de doping sanguíneo.

A Tabela 4.1 mostra os dados bioquímicos solicitados pela equipe multiprofissional de saúde que fez o atendimento da atleta E.S.P.

Tabela 4.1 | Dados bioquímicos solicitados pela equipe multiprofissional de saúde

ÍNDICES BIOQUÍMICOS	VALORES ENCONTRADOS	VALORES DE REFERÊNCIA
Colesterol total (mg/dL)	147	<200
HDL-C (mg/dL)	39	>50
LDL-C (mg/dL)	92	<100
Triglicerídeos (mg/dL)	83	<150
EPO	60	2,6 a 34 mU/mL
Hemoglobina (g/dL)	18	12 a 16 (g/dL)
Hematócrito (%)	55	35 – 45 %
K (mEq/L)	2,0	3,5 a 5 mEq/L
CPK-MB (U/L)	25	Indetectável até 7U/L

Fonte: Caballero-Córdoba (2017).

Com base nos resultados obtidos, a equipe multiprofissional deverá concluir:

a. Como a equipe suspeitou de ter acontecido doping sanguíneo?

b. Qual exame bioquímico foi determinante para confirmar o diagnóstico e identificar o tipo de recurso ergogênico utilizado pela atleta paraolímpica?

c. Como podem ser justificados o IM e o AVEI presentes no quadro clínico da atleta?

Resolução da situação-problema

No caso da atleta paraolímpica, a equipe suspeitou de doping sanguíneo porque o hematócrito e a concentração de hemoglobina estão elevados, o que é indicativo de alteração da massa de hemácias e, provavelmente, do volume plasmático.

Hematócritos acima de 30% aumentam muito a viscosidade do sangue. Hematócritos iguais ou acima de 55% trazem desvantagens fisiológicas da hiperviscosidade, sendo prejudiciais para o desempenho físico e a saúde.

Esses índices permitem avaliar a maior capacidade de transporte de oxigênio e alterações da viscosidade sanguínea que podem estar relacionadas com o aumento do volume de hemácias.

A determinação da EPO evidenciou um valor muito acima do valor máximo de referência (60 mU/mL), o que confirma o diagnóstico de doping utilizando eritropoietina recombinante humana (rhEPO).

A rhEPO aumenta a viscosidade sanguínea com a elevação do hematócrito, fato que reduz o débito cardíaco e o fluxo sanguíneo e aumenta a pressão arterial (18 X 10 mmHg) e o risco de fenômenos tromboembolíticos (IM e AVEI). E.S.P, também apresentou uma desidratação no momento da internação, a qual, associada ao aumento do hematócrito e o fluxo sanguíneo lento, elevou o risco de acontecer IM e um AVEI na atleta.

A baixa concentração de potássio (K) verificada no exame bioquímico mostra um desequilíbrio hidroeletrolítico que comprova a desidratação.

Faça valer a pena

1. A cafeína é uma das substâncias mais utilizadas no mundo, sendo aplicada como auxílio ergogênico para diversas finalidades. Seu efeito no exercício de endurance de alta intensidade se justifica porque:
I. Aumenta a capacidade das células em utilizar o oxigênio, reduzindo o acúmulo de ácido lático.
II. Estimula a ação de catecolaminas e AMP cíclico, fato que aumenta a lipólise no tecido adiposo e no músculo.
III. Produz alterações no sistema nervoso central que modificam as percepções do esforço e/ou da fadiga
IV. Aumenta o pH sanguíneo, retardando a fadiga muscular no exercício anaeróbico prolongado.
Selecione a alternativa correta que justifica o uso da cafeína em exercício de endurance de alta intensidade:
a) Somente as alternativas I e II estão corretas.
b) Somente as alternativas II e III estão corretas.
c) Somente as alternativas I e III estão corretas.
d) Somente as alternativas II e IV estão corretas.
e) Somente as alternativas III e IV estão corretas.

2. A carnitina é um composto sintetizado no organismo a partir dos aminoácidos essenciais lisina e metionina. Ela tem sido muito utilizada por atletas, com o objetivo de melhorar o desempenho, e por praticantes de atividade física, com o intuito de promover a perda de gordura corporal. Esse recurso de auxílio ergogênico pode ser importante, principalmente em exercícios de longa duração.
A hipótese de ação da carnitina no esforço físico de longa duração propõe:
a) Um aumento do conteúdo de creatina muscular, acelerando a ressíntese de creatina no intervalo dos exercícios.
b) Uma intensificação da ação da catecolamina e o efeito direto sobre o AMP cíclico, podendo aumentar a lipólise nos tecidos adiposos e musculares.
c) Um aumento da liberação do hormônio do crescimento, insulina e testosterona, promovendo anabolismo, que diminui a necessidade da quebra de glicogênio.
d) Um aumento da taxa de oxidação de ácidos graxos de cadeia longa, estimulando os mecanismos de conservação de glicogênio muscular, retardando a fadiga.
e) O estímulo da síntese de glicogênio muscular, aumentando, consequentemente, a disponibilidade de energia para os processos anabólicos.

3. No mundo esportivo, os atletas estão numa procura constante de diversos recursos que possam melhorar o desempenho esportivo e reduzir a fadiga provocada pelo treinamento. Uma das maneiras é o uso de diferentes recursos ergogênicos. Em relação às substâncias ergogênicas que podem aumentar o rendimento esportivo, coloque a letra V nas afirmativas verdadeiras e a letra F nas afirmativas falsas:

___O hormônio do crescimento tem um potente efeito sobre o metabolismo de carboidratos e lipídeos, contribuindo para reduzir o metabolismo da glicose e de proteínas pela ativação da utilização de lipídeos como fonte de energia.

___ A eritropoetina é um hormônio produzido principalmente no pâncreas, cuja função é manter constante a concentração de hemácias no sangue. No mundo esportivo, é utilizada especialmente para aumentar a resistência aeróbica.

___ A creatina é o suplemento nutricional mais efetivo para aumentar o desempenho em exercícios de alta intensidade porque aumenta a taxa de oxidação de ácidos graxos de cadeia longa.

___ O bicarbonato de sódio é um auxílio ergogênico farmacológico que aumenta o pH sanguíneo, ocasionando uma alcalose que proporciona um retardo no aparecimento da fadiga, melhorando o desempenho em exercícios com predominância do metabolismo glicolítico.

Escolha a alternativa com a sequência correta das substâncias ergogênicas que podem aumentar o rendimento esportivo:

a) V, V, F, F.
b) F, V, F, F.
c) F, V, V, F.
d) V, F, V, V.
e) V, F, V, F.

Seção 4.2

Aspectos práticos da nutrição aplicada ao desempenho esportivo

Diálogo aberto

Os estagiários Selma e Sérgio continuam trabalhando em equipe para realizar estudos e debates em que um possa aportar uma ideia e/ou um conhecimento novo para o outro na solução de problemas práticos que eles devem enfrentar durante os estágios.

A dupla decidiu fazer uma pesquisa observacional da alimentação dos atletas que eles acompanham no estágio e constataram que alguns atletas treinam em jejum e outros não fazem uma seleção adequada de nutrientes, por isso, decidiram fazer uma roda de conversa com os membros do time para corrigir as falhas que foram encontradas nos aspectos nutrição, treinamento e competição.

Selma e Sérgio estão dividindo tarefas, assim, Selma ficará com alguns assuntos pertinentes ao treinamento, já que ela é uma futura educadora física, e Sérgio, como estagiário de nutrição, passará as dicas de alimentação e planejamento dietético nos períodos de treino e competição.

Para dar início à intervenção com os atletas, eles apresentaram três questões relacionadas com as falhas identificadas nos atletas que acompanham, formuladas a seguir: qual é o objetivo da refeição pré-treino? Como deve se preparar nutricionalmente o atleta para a competição? O que é a supercompensação de carboidratos e quais seus prováveis efeitos deletérios?

Com a dinâmica de sensibilização dos atletas criada por Selma e Sérgio, vamos iniciar o estudo do tópico: aspectos práticos da nutrição aplicada ao desempenho esportivo.

Na seção “Não pode faltar”, você encontrará com detalhamento os conteúdos sobre o tema.

Bem-vindo ao mundo do conhecimento de mais um aspecto prático da nutrição esportiva!

Não pode faltar

Você sabe que a dieta para o atleta, juntamente com o descanso, pode ser considerada uma estratégia do treinamento.

A alimentação nas etapas de pré-treino, treino e pós-treino melhora o rendimento, reduz risco de lesões e ajuda na recuperação pós-esforço.

Uma das principais preocupações é elaborar um planejamento dietético que possa garantir a oferta de nutrientes adequada para cada período e tipo de modalidade esportiva.

A Seção 4.2 traz para você uma discussão objetiva sobre as refeições no pré-treino, treino e pós-treino, no que ser refere à elaboração de esquemas de refeições, seleção de alimentos, horários, quantidade, índice glicêmico e monitoramento da ingestão alimentar do atleta.

O acompanhamento nutricional do atleta é um trabalho de equipe; sempre é mais satisfatório cuidar do treinamento e nutrição no esporte quando há profissionais de diversas áreas discutindo estratégias que, com certeza, resultam no sucesso do esportista.

Introdução

A alimentação do atleta é um tema que sempre interessou a comunidade científica. Apesar dos estudos existentes até o momento, ainda é possível verificar um desconhecimento sobre planejamento alimentar por parte dos profissionais responsáveis pela preparação do atleta.

Um planejamento alimentar adequado que inclua a educação nutricional do atleta é fundamental para a manutenção da saúde, prevenção e controle de doenças, assim como também é imprescindível para o rendimento esportivo.

Entre os desportistas e as pessoas que realizam atividade física, as estratégias nutricionais são sempre estabelecidas com a finalidade de alcançar o rendimento máximo.

Traçar estratégias alimentares para os diferentes períodos e modalidades de competição significa ter uma compreensão de todas as variáveis que devem ser controladas (tempo de competição, temperatura ambiente, umidade relativa, composição corporal, gasto energético, entre outros).

Pontos importantes que não podem ser esquecidos e precisam ser considerados são: a composição em macro e micronutrientes que as refeições devem ter, o esquema de hidratação e a verificação da necessidade e escolha de recursos ergogênicos para cada situação e/ou indivíduo.

Estratégia de manipulação de ingestão de carboidratos

Os carboidratos são o principal nutriente para o treinamento e a recuperação. Ele é o recurso ergogênico mais estudado na nutrição esportiva por ser substrato energético para o músculo e o cérebro durante o exercício físico.

Em muitas modalidades esportivas, as baixas reservas de carboidratos são um fator de fadiga e redução do desempenho físico.

A estratégia de manipulação de ingestão de carboidratos tem como objetivo alcançar estoques máximos de glicogênio muscular para retardar o aparecimento da fadiga.

Técnica de supercompensação ou de carga de glicogênio

A técnica originalmente consistia em fazer treinos de intensidade e ingerir, durante três dias, uma dieta hipoglicídica (pobre em carboidratos), seguidos de três dias de treinamento leve acompanhados pela oferta de uma dieta hiperglicídica (rica em carboidratos).

Atualmente tem sido comprovado que há um risco de lesões se o treinamento é realizado até o esgotamento na semana de competição, além de a dieta hipoglicídica ter o inconveniente de ser pouco palatável e causar alterações digestivas, irritabilidade, tonturas e cansaço. Por isso, têm sido desenvolvidas técnicas menos agressivas como sistema dissociado.

Sistema dissociado ou modificado

A intensidade do treinamento é reduzida uma semana antes da competição, e são consumidos 50% da energia na forma de carboidratos na dieta. Três dias antes da competição, a atividade passa a ser mais leve, e a dieta rica em carboidratos, aportando aproximadamente 70% da necessidade energética diária.

Os alimentos devem ter um alto índice glicêmico para aumentar a sensibilidade à insulina e estimular a síntese de glicogênio muscular e as reservas de triglicerídeos no tecido adiposo.

Os alimentos ingeridos devem ser pobres em fibras para evitar uma sensação precoce de saciedade.

Você deve ler um texto científico muito interessante, que traz dados significativos da escolha alimentar de jovens nadadores.

O artigo *Avaliação da alimentação pré, durante e pós-treino de jovens nadadores* mostra que a qualidade nutricional das refeições precisa de intervenção de um profissional nutricionista. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/641/554>. Acesso em: 17 jul. 2017.

A natação é um exercício físico de resistência, e o rendimento dos nadadores depende diretamente da escolha da dieta a ser ingerida nas fases que compõem os períodos de treinamento e competição.

Adaptação das refeições ao período de atividade

Nos períodos de descanso ou férias, o atleta deve ter uma dieta que permita manter o peso corporal e que evite carências nutricionais.

Semana prévia à competição

A alimentação deve garantir que os estoques de glicogênio estejam no nível máximo.

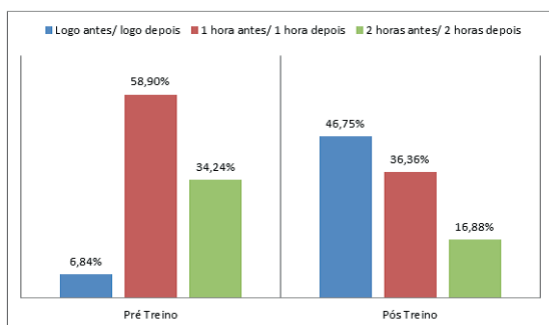
Nas competições que duram menos de quatro minutos, o atleta deve ter um descanso nos 3 dias anteriores e aportar 7 a 8 g/kg de peso/dia de carboidratos (SILVA, 2008).

Em atividades de mais de 90 minutos de exercício, são recomendados exercícios leves na semana anterior com descanso no dia do evento. Nos três primeiros dias, devem ser ingeridos de 5 a 7 g/kg de peso de carboidratos e nos últimos três dias, 8 a 10 g/kg de peso de carboidratos (JOHANN, 2015).

No dia de provas de resistência de 90 minutos ou eliminatórias curtas, devem ser ofertados de 7 a 8 g/kg de peso/dia de carboidrato. Na semana prévia, deve ser reduzido o treinamento nos três últimos dias; o atleta deve descansar e/ou realizar um treino leve, aportando de 8 a 10 g/kg/dia (SILVA, 2008).

A refeição pré-exercício deve ser composta por alimentos de alta digestibilidade, de preferência carboidratos, evitando alimentos ricos em lipídeos e proteínas que podem permanecer por um período prolongado no sistema digestório.

Os carboidratos são digeridos mais rapidamente, reduzindo a sensação de desconforto e a plenitude gástrica durante a atividade física, além de fornecer energia de forma mais rápida e eficiente.

Figura 4.4 | Porcentagem de praticantes de atividade física que realizaram a ingestão de refeições em diferentes horários nos períodos pré e pós-treino

Fonte: Almeida (2017, p. 109).

Na Figura 4.4, podem ser visualizados o percentual de praticantes de atividade física (eixo Y) e os horários de ingestão de refeições nos períodos de pré-treino e pós-treino (eixo X) de praticantes de musculação.

O horário de realização das refeições de alguns praticantes no pré-treino não obedeceu a recomendação de realizar a refeição entre uma e três horas antes do exercício.

Você deve lembrar que períodos inferiores a uma hora não permitem a síntese de glicogênio suficiente para ter energia disponível no momento da realização da atividade física, além de ocasionar a indesejável elevação da liberação de insulina que leva a uma hipoglicemia, prejudicando, assim, o rendimento do atleta.

O mesmo comportamento foi observado em relação aos horários de ingestão dietética após o treino. Dentro das estratégias para a melhora do desempenho esportivo, também é necessário estar atento aos horários das refeições no pré e pós-treino para ter uma boa recuperação dos estoques de glicogênio, das concentrações de glicose sérica e da disponibilidade de aminoácidos para a recuperação muscular.

Um dia antes da competição

Devem ser oferecidas de seis a oito refeições ricas em carboidratos de baixo índice glicêmico e evitar alimentos que provoquem flatulência, ricos em fibras e/ou novos alimentos que não fazem parte do hábito alimentar do atleta.

No dia da competição, a refeição principal deve ser realizada de duas a quatro horas antes do evento. Caso a competição seja no final da tarde, o atleta deverá ingerir pequenos lanches (sanduiche de atum/peito de frango, barras de cereal, iogurte, granola com leite) de três em três horas.

Duas horas antes do exercício, os atletas devem ingerir de 400 a 600 mL de líquidos (água, sucos ou bebidas isotônicas contendo entre 4 e 8% de carboidratos). Faltando 10 minutos para o início da atividade física, é recomendado o consumo de 125 a 250 mL de líquidos (sempre é importante manter um estado de hiperidratação porque perdas hídricas de aproximadamente 2% ocasionam redução do desempenho).

Pesquise mais

O ciclismo é um esporte que tem uma demanda física extrema, portanto, um bom acompanhamento e monitoramento nutricional são imprescindíveis para obter um bom desempenho. Por isso, recomendamos que você faça a leitura de um artigo muito interessante intitulado: *Diferentes formas de suplementação de carboidratos e seus efeitos na performance de um atleta de ciclismo: um estudo de caso*. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/555/491>. Acesso em: 17 jul. 2017.

A leitura vai deixar claro como a utilização de um suplemento de carboidratos durante a atividade física auxilia na melhora do rendimento físico.

Durante o treino

Em atividades de resistência com duração de mais de uma hora e em esportes com exercícios intermitentes de alta intensidade e curta duração, devem ser ingeridos de 25 a 30 g de carboidratos a cada 30 minutos para retardar o aparecimento da fadiga. Nesse caso, um recurso a ser utilizado são as bebidas esportivas que fornecem os carboidratos necessários para o exercício e hidratam simultaneamente.

A ingestão de proteínas durante o treino foi abordada anteriormente na Unidade 2, Seção 2, com mais detalhamento. De modo geral, recomenda-se o uso de 1,2 a 1,5 g/kg de peso corporal. Para atividades intermitentes de alta intensidade, podem ser ofertados 1,4 a 1,7 g/kg peso corporal. Nesse contexto, é importante destacar que a oferta de lipídeos deve ser baixa, com no máximo 20% do valor calórico total da dieta ou 1 g/kg peso corporal de lipídeos (AOKI, 2012).

Normalmente, as proteínas ingeridas estão associadas a lipídeos, principalmente saturados, quando são proteínas de origem animal, portanto, pode ser considerado o uso de suplementos proteicos isentos de gordura ou com um baixo teor de lipídeos (isolados proteicos do leite, tipo *whey protein*). Uma forma natural de consumo de proteínas do soro do leite muito difundida no meio esportivo é a utilização de queijo ricota para o preparo de patês e cremes para o preparo de lanches e outras preparações culinárias.

Quanto à hidratação, durante o treino, é recomendado que, 30 a 60 minutos após o início da atividade, devem ser ofertados de 125 a 250 mL de líquidos a cada 15 ou 20 minutos. Em modalidades esportivas que duram mais de 60 minutos, oferecer 1,5 a 3 mL/kg de peso corporal.

Assimile

Você já fez seu treino intelectual após a leitura do conteúdo da seção "Não pode faltar" e, com certeza, percebeu que a refeição consumida pelo atleta afeta o rendimento esportivo, portanto, os alimentos selecionados para ingerir durante os períodos de pré treino, treino, pós-treino e competição vão afetar os resultados obtidos em cada uma dessas etapas, com consequente impacto no rendimento.

Para cada atleta, devem ser traçados objetivos nutricionais individuais, elencando estratégias com a finalidade de alcançar os objetivos definidos.

Um planejamento alimentar adequado auxilia a resistir a um treinamento intenso e constante, além de reduzir riscos de lesões e doenças.

Cada atleta tem uma condição fisiometabólica diferente, portanto, não existe uma dieta padrão que atenda às demandas nutricionais de todos os membros da equipe. As necessidades nutricionais são individuais e mudam, inclusive, ao longo da temporada de competições. Nesse caso, os atletas e a equipe técnica devem ser flexíveis e se adequar a cada circunstância.

Não é aconselhável o uso indiscriminado de suplementos sem a devida orientação profissional porque podem não ser seguros, dependendo da origem ou do local que os comercializa. Uma escolha errada de suplemento que possa estar contaminado com uma substância dopante ilícita e/ou que não seja seguro em termos de contaminação microbiológica pode ser o fim da carreira esportiva de um atleta.

Pós-treino

Em situações em que o atleta vai realizar mais de uma prova em um curto prazo de tempo, as reservas de glicogênio devem ser restabelecidas rapidamente com alimentos que forneçam carboidratos de índice glicêmico alto e moderado, ingerindo 1 g/kg de peso de carboidrato nas duas horas imediatamente após a atividade física.

Os atletas que treinam modalidades de fundo podem sofrer um *overtraining* e causar uma fadiga crônica por esgotamento gradual dos estoques de glicogênio, fato que exige ao menos dois dias de descanso e/ou de exercício leve.

A ingestão de 5 a 9 g/proteínas, juntamente com os carboidratos na refeição pós-exercício, favorece a ressíntese de glicogênio, uma vez que aumenta a resposta celular à insulina e estimula a ação da enzima glicogênio sintetase.

Em modalidades esportivas intermitentes, também são utilizados de 0,2 a 0,4 g/kg de peso corporal depois de finalizar o exercício. Nesses casos, é recomendada a ingestão de refeições de consistência pastosa, além do aumento do consumo de líquidos. A oferta de uma refeição contendo carboidratos, proteínas e líquidos vai acelerar a síntese de glicogênio, além de reidratar o atleta.

Não há evidências de que o consumo de proteína acima de 3 g/kg de peso melhora o rendimento esportivo. A ingestão suplementar de proteína nessa fase pode ser tanto na forma de refeições líquidas (bebidas) como sólidas.

De acordo com Aoki (2012), a ingestão de lipídeos deve ser mantida na faixa de 20 a 30% da oferta calórica total da dieta, dos quais, um terço da quantidade ingerida deve estar na forma de gordura saturada e dois terços como gordura poli-insaturada, observando que sejam ingeridos todos os ácidos graxos essenciais discutidos previamente

na Unidade 2, Seção 3.

Para repor o déficit hidroeletrolítico do atleta, ocasionado pela atividade física prolongada, é necessário oferecer 1,5 L de líquidos para cada quilo de peso corporal perdido durante o exercício (reposição de 150% da perda de peso para manter o estado de hiperidratação).

Depois de duas horas da competição, é recomendável aumentar a concentração de carboidratos das bebidas oferecidas para 15 a 20% e ingerir 100 a 150 mL/minuto.

Os micronutrientes, vitaminas e minerais, desempenham um papel importante em muitas rotas metabólicas (produção de energia, síntese de hemoglobina, manutenção da saúde óssea, função imunológica, proteção contra o estresse oxidativo, síntese e reparação de tecido muscular durante a recuperação pós-exercício e lesões).

O treinamento e a atividade esportiva em geral causam um aumento das necessidades de micronutrientes. Os esportistas que apresentam maior risco de déficit são aqueles que praticam modalidades esportivas que restringem a ingestão de energia para ter um melhor controle do peso corporal, eliminando, em algumas ocasiões, um ou vários grupos de alimentos da dieta.

Nesses casos, os atletas vão precisar de uma suplementação multivitamínica e mineral para melhorar a ingestão de micronutrientes, porque as deficiências vitamínicas e minerais reduzem o desempenho esportivo.

Certamente, o exercício físico promove a formação de radicais livres, e o aumento de substâncias antioxidantes como as vitaminas A, E, selênio, zn, entre outras, poderia ser útil. Conforme vimos na Unidade 3, Seções 1, 2 e 3, é importante que as recomendações de vitaminas e minerais sejam alcançadas para melhorar o rendimento esportivo.

Reflita

Estratégias alimentares podem ser usadas para garantir o aumento dos estoques de glicogênio, tendo como resultado uma melhor performance física. Isso representa um fato de destaque na nutrição para a competição.

As necessidades de carboidratos do atleta estão estritamente vinculadas à utilização de energia pelos músculos no treinamento.

A carga do treinamento sofre variações diariamente, ao longo dos diversos microciclos e macrociclos do calendário de treinamento periódico e em diferentes momentos da vida profissional do atleta, portanto, a ingestão de carboidratos varia em função das necessidades específicas de energia dos músculos.

A oferta de carboidratos deve ser adaptada ao treinamento do atleta, sendo assim, nos dias de treino em que o trabalho é mais intenso, deve ser ofertado carboidrato suficiente para assegurar um aumento das reservas de glicogênio muscular.

Em esportes individuais e/ou coletivos intermitentes, os atletas devem aproveitar a oportunidade de comer e beber durante a competição. Nesses casos, orienta-se que seja fornecido carboidrato em gramas por quilo de peso corporal para atender às necessidades, substituindo a prática de calcular a oferta com base no cálculo percentual.

A seguir, apresentamos uma sugestão de adequação de ingestão de carboidratos de acordo as diferentes cargas no treinamento:

• Leve: 3 a 5 g/kg de peso/dia (baixa intensidade).

• Moderado: 5 a 7 g/kg de peso/dia (programa de exercício moderado, por exemplo: 1 hora diária).

• Alta: 6 a 10 g/kg de peso/dia (programa de resistência, por exemplo: 1 a 3 horas diárias de exercícios de intensidade moderada a alta).

• Muito alta: 8 a 12 g/kg de peso/dia (dedicação muito intensa, por exemplo: 4 a 5 horas diárias de exercícios de alta intensidade).

Estoques elevados de glicogênio podem ser prejudiciais? Quais seriam os cuidados a serem tomados quanto ao aporte de vitaminas e minerais quando é aumentada a oferta de carboidratos? A ingestão hídrica precisa ser adequada à quantidade de carboidrato consumida e/ou energia diária ingerida?

Monitoramento da ingestão alimentar

É importante que seja feito o monitoramento da ingestão alimentar de cada indivíduo para levantar dados que permitam elaborar uma estratégia nutricional individualizada na oferta de macro e micronutrientes e na prescrição de recursos ergogênicos, quando

necessários, de acordo com as demandas apresentadas em cada fase da competição.

Para o monitoramento da ingestão alimentar, podem ser aplicados diferentes instrumentos de alimentos de anamnese alimentar já discutidos na Unidade 1, Seção 3, como:

• Histórico dietético – permitirá ter uma visão inicial das práticas alimentares do atleta. Apesar de não ser uma avaliação quantitativa exata da ingestão de nutrientes, é valiosa para obter o padrão das refeições, ingestão nas sessões de treinamento, eventos esportivos e o uso de suplementos. Para obter dados mais fidedignos, o entrevistador pode utilizar modelos, imagens, medidas caseiras (utensílios como pratos, copos, xícaras, colheres etc.) que permitam descrever com precisão o tamanho das porções de alimentos consumidas pelo sujeito.

• Questionário de frequência alimentar (QFA) – pode ser solicitado ao entrevistado que identifique a frequência de consumo e a variedade de alimentos e bebidas para obter um resumo da ingestão dietética do atleta. O QFA pode ser utilizado numa versão em papel ou eletrônica.

• Nas experiências práticas desta unidade, foi desenvolvido o protocolo de Avaliação de consumo alimentar de atleta em treinamento, que poderá ser aplicado para fazer o monitoramento de ingestão dietética do desportista.

• Há também o método de pesagem direta de alimentos, em que todas as refeições realizadas pelo sujeito são devidamente pesadas antes de serem oferecidas. Atualmente, há balanças de pesagem de alimentos dotadas de programas informáticos que permitem o cálculo imediato da composição de macro e micronutrientes ofertados em cada uma das refeições para posterior registro, acompanhamento e correção de prováveis excessos ou carências alimentares.

Sem medo de errar

Os estagiários Selma e Sérgio reservaram um tempo para sentar com os jogadores e fazer a roda de conversa planejada previamente. Os dois, unindo forças, iniciam o debate explicando cada uma das questões que prepararam para sensibilizar os atletas sobre a necessidade de mudanças no comportamento alimentar que devem ter nos períodos de treino e nas competições. Eles iniciam

apresentando a primeira questão: qual é o objetivo da refeição pré-treino?

Alguns atletas treinam e competem no período matutino, após um período de jejum noturno de 8 a 12 horas, no qual acontece uma redução significativa das reservas de glicogênio corporal. Dessa forma, a refeição pré-treino tem como objetivo maximizar a reposição das reservas de glicose depletadas, evitar a fome durante o exercício e sintomas de hipoglicemia, além de promover a hidratação adequada para a prática da atividade física.

A refeição pré-treino deve ser composta de alimentos de alta digestibilidade, de preferência carboidratos. Alimentos ricos em proteínas e lipídeos devem ser evitados porque demoram mais tempo para serem digeridos. Outro fator importante é que a refeição pré-exercício seja realizada de 1 a 3 horas antes da prática esportiva.

Na sequência eles respondem à questão: como deve se preparar nutricionalmente o atleta para a competição?

A recomendação nutricional mais importante é assegurar que o atleta inicie a competição completamente recuperado do rigor do treinamento e com as reservas de glicogênio pelo menos dentro da normalidade.

O resultado do treinamento, apesar dos seus efeitos benéficos, sempre resulta numa substancial redução dos estoques de glicogênio, portanto, a primeira medida a tomar é a diminuição do volume do treinamento uma semana antes da competição. Essa precaução, associada a uma dieta adequada que forneça quantidades adequadas de carboidratos, terá como resultado final o aumento das reservas de glicogênio acima dos valores normais em um período de três a quatro dias.

Selma e Sérgio chegam ao fim da roda de conversa com os atletas respondendo a última questão: o que é a supercompensação de carboidratos e quais seus prováveis efeitos deletérios?

A supercompensação de carboidratos é um método de estudos fisiológicos escandinavo que consiste em realizar três treinamentos muito intensos consumindo uma dieta pobre em carboidratos para depletar ao máximo as reservas de glicogênio e, assim, estimular a atividade do glicogênio sintetase. Depois, são seguidos três dias antes da competição, quando são realizados treinos leves e é fornecida uma dieta rica em carboidratos (hiperglicídica), fato que promove um aumento nos estoques de glicogênio muscular.

O método de supercompensação de carboidratos aumenta o rendimento físico, mas seu efeito é extremadamente variável podendo causar alguns problemas de alterações digestivas, hipoglicemia, cetose, irritabilidade, cansaço, entre outros.

Avançando na prática

Refeições para o futebol

Descrição da situação-problema

A estagiária de Educação Física, Selma, procura Sérgio para as discussões semanais dos problemas enfrentados na rotina semanal dos atletas que ambos acompanham. Selma relata a Sérgio (estagiário da Nutrição) que fez o monitoramento da ingestão e hidratação dos jogadores do time de futebol no qual faz estágio e notou dois problemas que podem aparecer na temporada esportiva, na qual os jogadores vão ter jogos em diferentes períodos do dia. O primeiro problema constatado é a ingestão de energia inferior às necessidade energéticas, principalmente naqueles atletas que trabalham com perda de peso; e a segunda situação é o esquema de hidratação que não está sendo suficiente para repor as perdas hídricas pela sudorese.

Sérgio sugere a Selma que procurem a nutricionista da equipe multiprofissional e solicitem orientações e estratégias alimentares que possam ser empregadas na temporada de competição.

Selma e Sérgio se dirigiram ao setor de nutrição e dietética do clube de futebol e conversaram com a nutricionista, comunicando que já estão fazendo um trabalho de sensibilização nos jogadores para que não façam o treinamento em jejum, mas que eles precisam encontrar uma solução para os seguintes questionamentos:

a. Como deve ser o café da manhã no dia da competição?

b. Qual esquema alimentar deve ser adotado nos dias em que os jogos acontecem nos períodos vespertino e noturno?

c. Qual é a melhor estratégia de hidratação para as três situações?

Resolução da situação-problema

A nutricionista da equipe multiprofissional do clube de futebol

explica aos estagiários que sempre é recomendado ofertar alimentos de fácil digestão e com um alto teor de carboidratos por volta de três ou quatro horas antes do evento.

Quando a competição é no período matutino, é aconselhável que os jogadores façam a refeição de 2 a 3 horas antes (deve fornecer entre 500 a 700 kcal, dependendo das necessidades de cada jogador e de acordo com a posição que joga em campo) e que sejam incluídos alimentos dos três grupos a seguir:

- Cereais, torradas, biscoitos, mel, geleia, pão.
- Leite ou iogurte, manteiga ou azeite de oliva extravirgem (devido a seu alto conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados).
- Frutas ou sucos.

Se os jogos acontecerem no período vespertino, os atletas devem fazer o café da manhã habitual e, ao longo do dia, o esquema deverá ter no mínimo seis refeições. O almoço será a comida com maior aporte calórico até o momento da partida. É importante que a refeição seja realizada 4 horas antes do evento e que a oferta não ultrapasse as 700 kcal.

No jantar, deverá ser fornecido carboidrato suficiente para repor os estoques de glicogênio muscular e hepático. O jantar e a ceia podem aportar uma média de 1.500 kcal. O prato principal dessas refeições será uma massa, arroz, batatas assadas ou cozidas.

Nos eventos realizados no período noturno, a rotina do café da manhã será mantida como orientado anteriormente, e o almoço pode ter um aumento na carga energética até atingir 1.000 kcal.

Os lanches oferecidos ao longo do dia podem ser preparados com pães, atum, peito de frango e/ou queijo fresco. Duas a três horas antes do jogo, pode ser feita uma refeição leve com lanches e/ou a base de sucos, frutas, torradas, mel, geleia, iogurte, café ou chá.

Cada atleta deve ter seu diário alimentar, no qual é registrada a ingestão diária para cada fase do treinamento e do período de competição, com a finalidade de verificar se o consumo está adequado à necessidade e se o atleta está selecionando e ingerindo alimentos de todos os grupos.

Embora estejamos dando ênfase no consumo de carboidratos, os macronutrientes proteínas e lipídeos não podem ser esquecidos, assim como também as vitaminas e minerais.

No período de temporada, deve ser avaliada individualmente a necessidade de suplementos e o uso de complementos vitamínicos e minerais.

Normalmente, os futebolistas não ingerem água em quantidade suficiente durante o jogo, por isso, é importante sempre fazer a pesagem antes e após o evento para traçar a estratégia de hidratação durante a partida.

Pela perda de peso, é possível estabelecer a quantidade mínima de líquidos que deve ser oferecida ao atleta. Considerando que, no período de competição, o exercício é intenso, é conveniente fornecer bebidas esportivas prontas que contenham carboidratos e eletrólitos.

Essas bebidas melhoram o esvaziamento gástrico, melhorando sua absorção intestinal e o transporte para o sangue, quando comparado com a água pura.

Outra vantagem das bebidas esportivas é que proporcionam energia extra especialmente nos minutos finais da partida porque têm, na sua composição, glicose, sacarose, frutose e maltodextrina.

A bebida esportiva escolhida deve ter uma concentração de 5 a 7% de carboidratos.

Faça valer a pena

1. Uma jovem de 23 anos de idade, com 55 kg de peso corporal e 1,68 m de altura, ingressou recentemente no time de handebol da universidade em que estuda. Preocupada com a alimentação e com seu desempenho físico nas competições, decidiu consultar uma nutricionista, com a finalidade de receber orientações sobre a relação do consumo de carboidratos e lipídeos para o bom desempenho da atividade esportiva. Considerando a situação hipotética acima e a relação entre alimentação e desempenho físico, pode ser recomendado para a atleta:
I. O consumo de alimentos ricos em carboidratos e lipídeos próximos ao horário da atividade física, pois esses alimentos favorecem o depósito do glicogênio hepático, considerado fonte de glicose para o exercício.
II. Deve ingerir alimentos ricos em gordura antes da atividade física, pois a gordura é fonte de energia para esportes de intensidade leve.
III. O consumo de bebidas energéticas com 6 a 8% de carboidratos durante a atividade física é recomendável para ter glicose disponível para o exercício.

IV. A refeição pós-competição deve ser hipercalórica (rica em carboidratos) para recuperar os estoques de glicogênio muscular e hepático.
Selecione a alternativa correta que destaca a relação entre alimentação e desempenho físico para a atleta de handebol:
a) Somente as alternativas I e II estão corretas.
b) Somente as alternativas I e III estão corretas.
c) Somente as alternativas I e IV estão corretas.
d) Somente as alternativas II e III estão corretas.
e) Somente as alternativas III e IV estão corretas.

2. A refeição pré-competição é importante porque tem o objetivo de maximizar a reposição de reservas de glicose depletadas, evitar a fome durante o exercício, além de promover a hidratação adequada para a prática da atividade física.
A alimentação pré-exercício deve ser composta de alimentos de alta digestibilidade, de preferência carboidratos,
Porque:
Os carboidratos são digeridos mais rapidamente, reduzindo a sensação de desconforto e plenitude gástrica durante a atividade física, além de fornecer energia de forma rápida e eficiente.
Analisando as duas afirmativas sobre a refeição pré-competição, é correto afirmar que:
a) As duas afirmativas são falsas, porém estabelecem uma relação entre si.
b) As duas afirmativas são verdadeiras, mas não estabelecem relação entre si.
c) As duas afirmativas são verdadeiras e estabelecem uma relação entre si.
d) A primeira afirmativa é falsa, e a segunda afirmativa é verdadeira.
e) As duas afirmativas são falsas, porém não estabelecem uma relação entre si.

3. A nutrição em atletas tem um importante papel no desempenho em treinos e competições, já que, na maioria dos casos, esses sujeitos apresentam necessidades energéticas e de nutrientes aumentadas.
Além disso, a nutrição tem função relevante na redução de risco de lesões e infecções que certamente prejudicam as estratégias de treinamento traçadas. Em relação às refeições nos períodos de pré-treino, treino e pós-treino, coloque a letra V nas afirmativas verdadeiras e a letra F nas afirmativas falsas:
___ Na hora que antecede o evento esportivo, devem ser consumidos alimentos ricos em carboidratos simples, de elevado índice glicêmico.
___ A estratégia mais utilizada para o fornecimento de carboidratos durante o exercício prolongado é oferecer soluções contendo água, eletrólitos e 5

a 8% de carboidratos.
___ A ingestão de 5 a 9 g de proteínas, juntamente com os carboidratos, na refeição pós-exercício, favorece a ressíntese de glicogênio, uma vez que aumenta a resposta celular à insulina e estimula a ação da enzima glicogênio sintetase.
___ A ingestão de lipídeos durante a maratona auxilia na manutenção da glicemia e na preservação do glicogênio muscular para a continuidade do exercício.
___ A refeição pré-exercício deve ser realizada 20 minutos antes da prática esportiva. O prolongamento desse período pode prejudicar o desempenho dos atletas que realizam modalidades de exercícios de intensidade moderada a alta.
Selecione a alternativa que apresenta a sequência correta sobre as refeições para atletas nos diferentes períodos de treinamento:
a) F, V, V, F, F.
b) F, V, F, V, F.
c) F, F, V, V, V.
d) V, V, F, F, V.
e) V, V, V, F, F.

Seção 4.3

Nutrição funcional na prática esportiva

Diálogo aberto

Os estagiários Selma e Sérgio estão preparando o material que vão discutir com os atletas aos quais atendem nas suas respectivas rotinas de acompanhamento de preparo físico e nutricional. Eles vêm observando como as ciências do esporte, alimentação e nutrição estão estreitamente relacionadas nas mudanças técnico científicas na atualidade. Ambos chegam à conclusão de que os avanços científicos de fato se devem à convergência das disciplinas de treinamento e nutrição para o desempenho esportivo e que constituem um ponto de partida para o desenvolvimento e uso de alimentos e dietas funcionais que possam ter um efeito benéfico para a saúde dos atletas.

Procurando material para fazer mais uma intervenção no sentido de conseguir mudanças positivas na adoção de hábitos alimentares por parte dos jogadores, eles entram no site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Os estagiários pesquisam o portal ANVISA porque consideram que vão poder fazer uma abordagem ética, sugerindo o uso de alimentos que são aprovados pela legislação brasileira.

Após a leitura das portarias encontradas na homepage, decidiram formular três questões que provavelmente poderiam ser dúvidas dos atletas: o que é alimento funcional? Quais são as justificativas para a utilização de alimentos funcionais na dieta de atletas? Quais são os nutrientes com função imunomoduladora e seus respectivos alimentos fontes?

Não pode faltar

Na última seção da Unidade 4, "Nutrição funcional na prática esportiva", você terá a oportunidade de ter acesso aos seguintes conteúdos: nutrientes com ação funcional: flavonoides, ácidos graxos ômega-3 (ácido alfa-linolênico), licopeno, isoflavona, catequinas, fibras solúveis e insolúveis, probióticos – *lactobacillus*; refeições funcionais e anti-inflamatórias; alimentos fontes; alimentos funcionais e a prática da atividade física.

Convido você a estudar esse tema apaixonante e fazer uma integração com os assuntos discutidos anteriormente para que aplique com sucesso na prática profissional todo o aprendizado construído na disciplina Nutrição Aplicada à Saúde e ao Esporte.

Introdução

A nutrição funcional pesquisa os benefícios dos alimentos e a forma como eles agem na promoção da saúde, no tratamento de enfermidades e como são capazes de retardar o envelhecimento.

A chave do seu uso está nos compostos bioativos ou fitoquímicos que fazem parte da composição de hortaliças, frutas, iogurtes, temperos, chás e leites fermentados. Essas substâncias são capazes de reduzir o risco dos mais variados problemas de saúde, como doenças cardiovasculares, dislipidemias gastrintestinais, articulares, promovendo benefícios fisiológicos por meio da ingestão de alimentos funcionais.

De acordo com a ANVISA, o alimento funcional é definido como "aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando ingerido como parte da alimentação habitual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem a necessidade de um controle médico" (LORENZETI et al., 2015).

Na pesquisa e no desenvolvimento de alimentos funcionais, deve ser considerado o uso para a nutrição de atletas porque é um grupo populacional submetido a um estresse intenso devido ao treinamento, às competições frequentes, viagens, mudanças de fuso horário e às múltiplas exigências próprias do esporte de alta intensidade.

O estresse excessivo em atletas pode causar a alteração do sistema imunológico, com o aparecimento de infeções bacterianas e virais, assim como outras doenças, em que podem ser incluídos o

aparecimento de tumores por falta de substratos para os mecanismos de reparação, que nem sempre estão adequados às exigências da modalidade esportiva praticada.

Com o objetivo de melhorar a recuperação e a saúde dos atletas, têm sido desenvolvidos alimentos e bebidas funcionais para a proteção do sistema imunológico, além de se ofertar maior quantidade de energia aos músculos, diminuir a atenuar distúrbios gastrintestinais e reduzir a sensação de fadiga, entre outros efeitos.

Os principais compostos funcionais que fazem parte da composição dos alimentos são: flavonoides, ácidos graxos ômega-3, licopeno, isoflavonas, catequinas, fibras solúveis e insolúveis, probióticos e prebióticos.

Flavonoides

Os flavonoides foram descobertos pelo bioquímico Prêmio Nobel Albert Szent-Gyorgi, que os chamou de vitamina P. Ele observou que auxiliavam nas atividades da vitamina C, melhorando a absorção e protegendo contra a oxidação.

Em geral, as concentrações de flavonoides são aproximadamente 50% menores em alimentos processados quando comparados com alimentos frescos, e sua absorção é mais eficiente quando se encontram conjugados com a glicose.

Os flavonoides, mais conhecidos pela sua ação antioxidante, são as proantocianidinas, polifenóis verdes do chá e as isoflavonas da soja. Quercetina e seus derivados como a quercitrina, rutina e heperidina, também são considerados antioxidantes. Esses compostos têm propriedades anti-inflamatórias, principalmente devido aos seus efeitos antioxidantes e à sua habilidade de atuar sobre os mediadores da inflamação, como prostaglandinas e leucotrienos.

Os flavonoides são encontrados na polpa das frutas, como cerejas, uvas, groselhas, além de pimentas, cebola, tomate verde, chá verde, trigo sarraceno e vinho. O cacau também é uma das melhores fontes e um dos mais potentes polifenóis oligoméricos, que se destaca pelo seu efeito cardioprotetor.

Dietas ricas em flavonoides podem reduzir o risco de infarto do miocárdio. Vários pesquisadores analisaram a ligação entre infartos do miocárdio e outras cardiopatias, com a ingestão de três das maiores fontes de flavonoides durante 16 semanas e consumindo uma porção

diária (maçã, brócolis e chá verde). Os resultados mostraram que houve uma redução em até 38% das mortes por doenças cardíacas em mulheres que consumiam dietas ricas em flavonoides (DUGAS et al., 2000).

Outros estudos observaram que a ingestão diária de 2 copos de chá verde resulta na redução de 44% no risco de sofrer cardiopatias quando comparadas com populações que não ingerem chá, segundo Paschoal, Naves e Fonseca (2007).

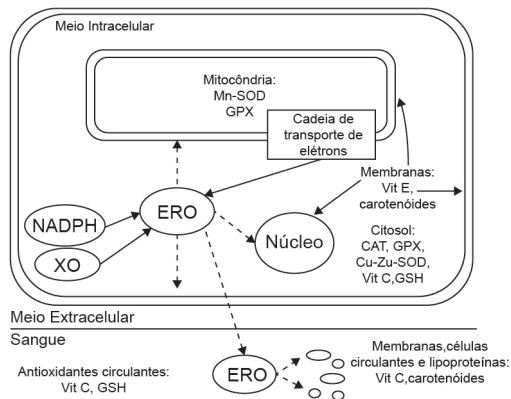
A quercetina é o flavonoide predominante na dieta e se destaca pela sua atividade antioxidante (frutas, hortaliças, frutas secas, sementes). Estudos epidemiológicos associam a ingestão de quercetina a um efeito protetor frente às doenças cardiovasculares, com ação benéfica sobre: agregação plaquetária, lipídeos plasmáticos, tromboxano B2 e pressão arterial.

As melhores fontes de quercetina, de acordo com Paschoal, Naves e Fonseca (2007), são cebolas, maçãs, uvas e brócolis. A quercetina parece melhorar a resistência de atletas de endurance, de acordo com Deldicque e Francaux (2008).

As antocianidinas são polifenóis presentes em frutos vermelhos (amoras, framboesas, cerejas, uva moscatel, beterraba) e possuem ação antioxidante e anti-inflamatória. Tem sido sugerido que a suplementação com antocianidinas diminui o estresse oxidativo induzido pelo exercício. Estudos indicam que o suco rico em polifenóis como flavonoides e anticianidinas acelera a recuperação após esforços intensos de força isométrica, o que sugere uma diminuição do dano oxidativo induzido pelo exercício, segundo Deldicque e Francaux (2008).

A atividade antioxidante das proantocianidinas é 50 vezes maior que a da vitamina E e 20 vezes maior que a vitamina C (MANN; TRUSWELL, 2009).

O estresse oxidativo promovido durante o exercício físico é determinado tanto pela síntese de espécies reativas de oxigênio (ERO) quanto pela capacidade antioxidante de defesa. Pesquisas evidenciam que o sistema de defesa antioxidante pode ser influenciado por nutrientes específicos que podem ser encontrados em alimentos funcionais.

Figura 4.5 | Representação esquemática dos principais sítios de síntese de espécies reativas de oxigênio (ERO) durante o exercício físico e da ação específica de cada antioxidante nos diferentes compartimentos celulares

Fonte: Petry et al. (2013, p. 1.074).

Legenda:

NADH – nicotinamida adenina dinucleotídeo reduzida; XO – xantina oxidase; Mn-SOD – enzima superóxido dismutase dependente de magnésio; CAT – catalase; SOD-CuZn – enzima superóxido dismutase dependente de cobre e zinco; Vit E – vitamina E; Vit C – vitamina C; GSH– dissulfeto de glutationa; GPx - glutationa peroxidase.

Isoflavonas

As isoflavonas são fenóis semelhantes ao estradiol de mamíferos, com efeito protetor nas doenças cardiovasculares, com redução das proteínas de baixa densidade (LDL), aumento das proteínas de alta densidade (HDL) e maior captação hepática do LDL.

A *Food and Drugs Administration* (FDA) (2017) recomenda a ingestão 25 g de soja por dia para obter uma redução do colesterol e manter a boa saúde cardiovascular.

Também tem sido sugerido o uso de bebidas funcionais à base de soja (706 ml/dia) durante 16 semanas para melhorar a resposta imune (PASCHOAL; NAVES; FONSECA, 2007).

Outros estudos associam a ingestão de isoflavonas (genisteína, daidzeína) e lignanos com um efeito protetor contra o câncer de mama, efeito que provavelmente se deve à atividade fitoestrogênica e que é diferente dos mecanismos quimioprotetores de outros polifenóis.

Esses compostos são semelhantes ao estrogênio e acredita-se

que são capazes de se ligarem aos receptores de estrogênios, mesmo que com funções agonistas e antagonistas, estimulando respostas estrogênicas e antiestrogênicas. Pelo fato de serem semelhantes ao estrogênio, podem ser consumidos por mulheres que fazem treinamentos intensos, pois, nessas condições, a quantidade desse hormônio diminui.

Evidências atuais sugerem que os fitoestrogênios podem desempenhar uma função significativa na prevenção de certos tipos de câncer (mama, próstata, cólon e outros), além de evitar doenças cardiovasculares, amenizar sintomas da menopausa e a osteoporose.

Segundo Dugas et al. (2000), o mecanismo sugerido para o efeito antiaterogênico da isoflavona é devido à inibição das reações mediadas por radicais livres e à sua capacidade de sequestrar radicais livres e de quelar metais. A genisteína atua como sequestrador de radicais livres, aumentando a ação das enzimas superóxido dismutase (SOD) e glutationa peroxidase.

Especial destaque para o fato de que a biodisponibilidade das isoflavonas depende da atividade da microbiota intestinal, o que pode explicar a discrepância de resultados em alguns estudos, assim como também o efeito terapêutico esperado.

No âmbito esportivo, a isoflavona tem sido associada principalmente ao aumento da capacidade de oxidação de ácidos graxos e consequente efeito poupador de glicogênio, como também com a redução do risco de lesões musculares devido à sua ação antioxidante (DELDICQUE; FRANCAUX, 2008).

Catequinas

São polifenóis encontrados no chá verde (epicatequinas, epigalocatequinas, flavonoides, teaflavinas e tearubiginas) que podem conferir um efeito cardioprotetor.

Os polifenóis do chá verde têm mostrado uma atividade protetora da peroxidação lipídica do LDL, e parece que o consumo do chá verde e negro contribui para diminuir a agregação plaquetária e melhorar a resposta imune. Os efeitos quimiopreventivos em humanos ainda não estão suficientemente esclarecidos, mesmo que exista uma associação entre o consumo de chá e o menor risco de câncer de pulmão, cólon e fígado, segundo Lorenzeti et al. (2015).

Essas substâncias, em associação com a cafeína, teoricamente

têm um efeito sobre o aumento do gasto energético por estimulação do tecido adiposo marrom, aumentando a termogênese.

A associação de uma dieta hipocalórica junto com a ingestão do extrato de chá verde é mais efetiva na redução do peso corporal quando comparada com a ingestão unicamente da dieta hipocalórica.

O consumo de catequinas potencializa as mudanças da composição corporal provocadas pelo exercício físico. Tem sido sugerido que a ingestão de catequinas a longo prazo e associada à prática habitual de exercício físico auxilia a melhorar o rendimento físico pelo estímulo da função mitocondrial do músculo esquelético e estimulam o sistema imune.

Devido à sua função imunomoduladora, as catequinas têm sido recomendadas para atletas de *endurance*, os quais são mais susceptíveis a apresentar problemas no sistema de defesa do corpo.

De acordo com Lorenzeti et al. (2015), a alegação funcional do chá verde está relacionada ao seu efeito emagrecedor e à diminuição do quociente respiratório a longo prazo, que apresenta um efeito lipolítico no tecido adiposo e contribui como substrato para a contração muscular durante o exercício físico, tendo um efeito poupador do glicogênio. Os mesmos autores destacam a função protetora do DNA contra danos provocados por radicais livres que, por sua vez, aumentam a capacidade metabólica do organismo.

Pesquise mais

Sugiro a você, que faça a leitura do artigo: *Revisão: alimentos funcionais e fisiológicos*. Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/c9902.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2017.

A revisão traz a definição de alimentos funcionais, suas funções bioquímicas, fisiológicas e os benefícios que aportam para a saúde. Também cita os nutrientes funcionais com seus respectivos alimentos fontes.

Ácidos graxos ômega-3 (ácido α-linolênico)

A principal fonte de ácido α-linolênico (ALA) é a linhaça. Estudos demonstram que altas doses de ALA na dieta de humanos (13 g/dia durante 4 semanas) diminuem a produção de interleucina 1 (IL-1) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF-α) pelos monócitos estimulados por lipopolissacarídeos (PASCHOAL; NAVES; FONSECA, 2007).

A adição de óleo de linhaça (15 g/dia de ALA) a uma dieta contendo 29% de lipídeos resulta em redução significativa na proliferação dos linfócitos no plasma. O aumento na ingestão de ALA pode induzir a importantes efeitos imunomodulatórios e anti-inflamatórios.

Entre os ácidos graxos ômega- 3, os que apresentam maior efeito imunomodulatório são o ácido eicosapentanoico (EPA) e docosaexanoico (DHA), encontrados em peixes de água fria (salmão, atum, arenque, anchova, sardinha), cujo consumo aumenta a quantidade desses ácidos graxos nas membranas das células envolvidas em processos inflamatórios, como os monócitos, macrófagos, neutrófilos e linfócitos. Os efeitos imunomodulatórios do EPA e do DHA são biologicamente mais potentes que o ALA.

Os ácidos ômega-3, além de estimularem o sistema imunológico e terem ação anti-inflamatória, também têm ação hipocolesterolemiante, provocando a redução das concentrações séricas de LDL.

Devido à sua ação anti-inflamatória, eles têm sido associados à melhora da recuperação muscular em atletas.

Licopeno

O licopeno é um caroteno acíclico, responsável pela coloração vermelha do tomate e seus derivados. Esses produtos aportam mais de 80% do licopeno da dieta, mesmo que outras fontes importantes incluam a melancia e o mamão papaia.

No organismo, esse composto se encontra predominantemente nos testículos e nas glândulas adrenais, onde constitui aproximadamente 60 a 80% de todos os carotenoides, segundo Mann e Truswell (2009).

O licopeno apresenta uma forte atividade antioxidante na comunicação celular, e existem evidências epidemiológicas e experimentais de que é um biocomposto que protege contra o câncer de próstata, doenças cardiovasculares, exposição à luz ultravioleta e à fumaça do cigarro, segundo Moraes e Colla (2006).

Segundo Paschoal, Naves e Fonseca (2007), 250 mL de suco de tomate (contendo 5,7 mg de licopeno) durante 26 dias levou a uma redução de 42% no dano oxidativo dos linfócitos humanos.

O licopeno exerce um efeito protetor nos músculos cardíaco e esquelético contra o estresse oxidativo induzido por exercícios

exaustivos, podendo ser utilizado com eficiência por atletas e praticantes de atividades física (SIMÕES et al., 2014).

Fibras

As fibras alimentares são classificadas de acordo com sua solubilidade em água, podendo ser insolúveis (celulose, lignina, algumas hemiceluloses) e solúveis (pectinas, gomas, mucilagens e hemiceluloses restantes).

As fibras insolúveis têm como funções: acelerar o trânsito intestinal, aumentar o bolo fecal, retardar a hidrolise do amido e absorção da glicose assim como também prevenir a obstipação intestinal. As fibras insolúveis não afetam significativamente os níveis séricos do colesterol.

As fibras solúveis, por sua vez, retardam o esvaziamento gástrico (aumentam saciedade), o trânsito intestinal, absorção de glicose e têm a capacidade de reduzir o colesterol sérico e a resistência à insulina.

Diferentes estudos epidemiológicos têm demonstrado que o consumo de alimentos com elevado conteúdo de fibra favorece a diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo, especialmente a fração LDL-colesterol. Entre os mecanismos implicados nessa ação, destacam se: o sequestro dos sais biliares no interior da sua matriz, impedindo sua absorção intestinal; inibição da síntese de colesterol como consequência da fermentação bacteriana da fibra no cólon, que aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta (propionato); e diminuição da absorção do colesterol da dieta, que fica sequestrado pelos géis viscosos da fibra no estômago e duodeno, dificultando sua solubilização micelar por ácidos biliares.

As fibras solúveis também são fermentáveis pela ação da microbiota intestinal, formando ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato), que agem sobre o epitélio intestinal, tendo uma ação protetora que resulta na redução do risco do câncer intestinal e melhora do sistema imunológico.

As fibras solúveis podem ser encontradas na aveia cevada, leguminosas e frutas. As insolúveis estão presentes no farelo de trigo, grãos, cereais integrais e hortaliças. A recomendação diária é de 20 a 30 g (MANN; TRUSWELL, 2009). De acordo com a *National Cholesterol Education Program* (NCEP) (2005), devem ser ingeridas 5 a 10 g/dia de fibras solúveis para auxiliar na redução do colesterol.

As fibras melhoram o funcionamento intestinal do atleta, auxiliam no controle da glicemia e melhoram a função imune por meio da fermentação e produção de ácidos graxos de cadeia curta.

Outra função importante para o esportista é a capacidade que a fibra tem de reduzir o colesterol e manter a saúde cardiovascular, de forma que a viscosidade e fluidez do sangue permitem uma correta perfusão e oxigenação do tecido muscular.

Assimile

A leitura que você realizou permitiu constatar que a nutrição esportiva vem evoluindo ao longo dos anos.

A legislação dos países tem feito a diferenciação entre a propriedade funcional de um alimento ou recurso ergogênico e sua propriedade sobre a saúde.

Uma propriedade funcional se refere ao papel metabólico e fisiológico geral e/ou específico, por exemplo, a capacidade antioxidante, propriedade de estimular o peristaltismo intestinal, função imunomoduladora, redução da glicemia pós-prandial etc. Essas funções podem ser demonstradas por meio de testes tanto em humanos como em animais, que visam elucidar o mecanismo de ação da substância ou princípio bioativo.

Por outro lado, a propriedade ou alegação sobre a saúde aborda a ação benéfica de um alimento ou componente na manutenção da saúde ou na redução do risco de uma doença, fato que é mais difícil de estabelecer cientificamente. A demonstração, nesses casos, requer estudos clínicos e epidemiológicos, que são difíceis de executar e frequentemente são pesquisas de longa duração.

Os resultados obtidos nas diferentes pesquisas de alimentos funcionais no esporte têm sido, em grande parte, contraditórios. Esse fato pode ser devido à utilização de diversos métodos e técnicas para avaliar a eficácia das substâncias estudadas. Existe a crença de que os alimentos funcionais estudados com seus respectivos princípios bioativos terão um resultado positivo na maioria dos atletas, porém, nem sempre essa hipótese é confirmada.

Estudos recentes mostram que há uma interação entre os nutrientes e a expressão genética, visto que os sujeitos respondem de forma diferente a nutrientes e alimentos.

O sistema fisiológico humano é multicompartimental, podendo resultar em uma variação do tempo de chegada dos nutrientes aos órgãos-alvo, influenciado pelas múltiplas variáveis envolvidas durante o exercício.

A transferência de um compartimento para outro, a difusão, permeabilidade de membranas, efeito da hipertermia, a desidratação e a distribuição do volume sanguíneo são variáveis que devem ser consideradas.

É comprovado que, durante o exercício, alguns órgãos permanecem com pouco fluxo sanguíneo, como é o caso de fígado, rins e a mucosa colônica, devido ao fato de que, no momento do trabalho físico, o sangue é desviado, aumentando a circulação dérmica para permitir a dissipação do calor. A revascularização desses órgãos após o exercício, especialmente a mucosa intestinal, ocasiona uma perfusão maior de oxigênio com consequente peroxidação celular.

Probióticos

O termo "probióticos" define aqueles microrganismos vivos (bactérias ou leveduras) que, ingeridos em quantidades adequadas, produzem um efeito benéfico na saúde. São encontrados principalmente em produtos lácteos fermentados, sendo provavelmente o iogurte o mais distribuído pelo mercado.

Os probióticos têm diversos efeitos imunomoduladores que têm sido documentados em diferentes pesquisas.

As bactérias com atividade probiótica são, em geral, *lactobacillus*, *bifidobaterias*, *streptoccocus*, certos tipos de *escherichia* e outros organismos não bacterianos como a *Saccharomyces boulardii*. As duas cepas mais utilizadas comercialmente são *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum*.

Os alimentos são uma das melhores opções devido aos efeitos sinergéticos entre os compostos dos alimentos e os cultivos probióticos. Mesmo assim, o iogurte não é o único alimento funcional que contêm bactérias vivas: no mercado, existem outras variedades de produtos fermentados que desempenham iguais funções, entre os quais, podem ser citados: queijo, aveia, verduras, embutidos e chás.

A eficácia dos probióticos se deve a sua capacidade de fixação

nos enterócitos, o que permite que realizem um antagonismo competitivo com bactérias patogênicas e provoquem a inibição do seu crescimento. Por outro lado, os probióticos também se fixam a receptores de membrana, que ativam a produção de citoquinas.

Todos esses fatos condicionam para que sejam capazes de mudar a microbiota intestinal, produzindo ácido lático, bacteriocinas e peptídeos antimicrobianos ativos que possam agir contra microrganismos patógenos como a *Escherichia coli*, *streptococcus*, *clostridium*, bacteroides e *salmonella*.

Dentro dos potenciais efeitos benéficos para um atleta, podem ser destacados a melhoria da saúde do trato intestinal, do sistema imunológico, aumento da biodisponibilidade de nutrientes, redução da intolerância à lactose, diminuição da prevalência à alergia em indivíduos susceptíveis e a redução de certos tipos de câncer.

Os suplementos probióticos podem resultar benéficos para atletas fadigados durante o tratamento com antibiótico ou com uma deficiência imunológica identificada. A dose efetiva oscila entre 109 e 1010 unidades formadoras de colônias por dia (KOBOZIEV et al., 2014).

Deve ser observada extrema precaução no seu uso em atletas com antecedentes de problemas do trato gastrointestinal (doença celíaca, síndrome do intestino irritável), dado que existe o risco de aumentar a irritabilidade intestinal.

Prebióticos

São ingredientes não digeríveis dos alimentos que afetam de forma benéfica o hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento e/ou atividade de uma cepa específica ou um limitado grupo de cepas bacterianas já residentes no cólon, tratando de melhorar, assim, a saúde do hospedeiro.

Essa seletividade tem sido observada nas bifidobactérias, as quais podem ser promovidas pela ingestão de substâncias como os frutofosfoligossacarídeos (FOS) e inulina.

Os prebióticos, em geral, são carboidratos de cadeia curta que podem ser fermentados ao longo do trato gastrointestinal e estimular o crescimento de *bifidobactérias*, potencialmente benéficas.

Entre eles, pode ser citada a fibra dietética, que tem um papel importante na manutenção e no desenvolvimento da microbiota

intestinal, que constitui um fator importante nos mecanismos de defesa do indivíduo.

Sua ingestão na dieta pode prevenir a translocação bacteriana devido à fermentação da fibra, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que têm função trófica sobre as células do epitélio intestinal.

A translocação bacteriana é definida como a passagem de germes de origem intestinal até os tecidos normalmente estéreis, como gânglios mesentéricos, fígado, baço e pulmão. Esse movimento das bactérias fora do seu lugar habitual pode comprometer seriamente o sistema imune do sujeito.

Tem sido observada uma melhora da flora intestinal quando se aumenta o número de bactérias anaeróbias, como *Bifidobacterias* e *Lactobacillus*, que atuam diminuindo a população de *Clostridium*, aumentando a microbiota e, assim, a produção de AGCC, especialmente acetato, butirato e propionato. Os AGCC são absorvidos rapidamente, estimulando a absorção de sais e água, e constituem também uma fonte de energia para os colonócitos.

Simbióticos

O termo simbiótico é utilizado quando o produto contém probióticos e prebióticos fazendo parte da sua composição simultaneamente.

A palavra faz referência ao sinergismo, portanto, esse termo deve ser reservado para produtos nos quais os componentes prebióticos seletivamente favorecem os componentes probióticos que integram o simbiótico.

No mercado podem ser encontrados em iogurtes contendo cepas de lactobacillus e alguns tipos de FOS. O uso de probióticos, prebióticos e simbióticos pode ser utilizado como uma estratégia para o tratamento de infecções produzidas por germes resistentes a antibióticos e, principalmente, no período de competição, quando o esportista sofre mais estresse e fica mais susceptível a infecções.

Reflita

O estudo e desenvolvimento de alimentos funcionais está associado à identificação e caracterização de novos compostos bioativos e sua respectiva biodisponibilidade, além dos efeitos do processamento

tecnológico, da compreensão científica de como modulam os processos biológicos envolvidos na saúde e a identificação das populações de risco que possam ser beneficiadas com seu uso.

As evidências científicas têm demonstrado que os alimentos contêm substâncias fisiologicamente ativas que, igual aos nutrientes essenciais, são primordiais para uma vida saudável.

A nutrição funcional e os alimentos funcionais são um campo promissor para estudos nas áreas econômicas e sociais, que envolvem a pesquisa biológica, tecnológica, as normativas de comunicação e ética. Sua utilização dentro da esfera esportiva pode auxiliar na melhora do rendimento sem uso de substâncias prejudiciais, uma melhora na recuperação do desgaste muscular, além de representar uma proteção para o sistema imunológico.

Podem os alimentos funcionais ser um substituto lícito ao uso de fármacos proibidos utilizados para melhorar o desempenho esportivo? Quais são as mudanças fisiológicas que podem ser esperadas em matéria de alimentos funcionais aplicados à prática esportiva? Apenas o uso de uma dieta composta por alimentos funcionais substitui a prescrição de uma nutrição personalizada e individualizada para cada atleta?

Refeições funcionais e anti-inflamatórias

As ciências da nutrição e do esporte encontraram evidências científicas que sugerem que as atividades esportivas e os macronutrientes da dieta causam estresse oxidativo, podendo causar um processo inflamatório crônico de baixa intensidade.

É conhecido que o desafio de atletas com períodos de supercompensação de carboidratos pode induzir o aumento da produção de superóxido pelos leucócitos, aumentando a expressão de p47phox, uma subunidade da NADPH oxidase, enzima que converte oxigênio molecular em radical superóxido.

A ingestão de grandes quantidades de alimentos processados, carnes vermelhas, ovos, refrigerantes, doces, cereais refinados e açúcares (sacarose mais do que 10% do valor energético total da dieta) tem sido associada a fatores aterogênicos e aumentado a concentração de biomarcadores inflamatórios como TNF-α, IL6, Proteína Reativa C (PCR).

Uma refeição funcional e anti-inflamatória deve ter, na sua composição, alimentos como: cereais integrais, frutas e hortaliças, frutos secos, aves e peixes, produtos lácteos desnatados, óleos vegetais, probióticos. Esses alimentos são fontes de carboidratos complexos, fibras, proteínas vegetais, ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI), micronutrientes, que contêm compostos bioativos antioxidantes e anti-inflamatórios.

A adoção de um padrão alimentar mediterrâneo que preconiza um alto consumo de azeite de oliva, frutas, hortaliças, leguminosas, frutos secos, cereais integrais e moderado a alto consumo de peixe, bem como o consumo reduzido de carnes, leites e derivados e vinho, pode ser uma opção para melhorar a saúde dos atletas, considerando que as necessidades individualizadas devem ser respeitadas de acordo com a modalidade esportiva praticada.

A dieta mediterrânea se apresenta como uma possibilidade de ofertar alimentos naturais, compostos bioativos como flavonoides, isoflavonas, catequinas, ômega-3, entre outros, que vão exercer um efeito protetor na saúde do atleta e devem ser oferecidos em no mínimo 5 refeições diárias.

A proposta de um planejamento alimentar funcional para atividades intermitentes com os respectivos horários, alimentos funcionais sugeridos e o princípio ativo ofertado pode ser visualizada no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 | Planejamento alimentar funcional para atividades intermitentes

HORÁRIO	REFEIÇÃO	ALIMENTOS FUNCIONAIS SUGERIDOS	PRINCÍPIO ATIVO OFERTADO
7:00	Café da manhã	Leite desnatado com chocolate amargo Granola com iogurte e frutas Pão Integral com Ricota de Ervas	Epicatequina, catequina, procianidinas, fibras, probióticos.
10:00	Lanche	Sanduíche de atum com tomate, alface e azeite de oliva. Bebida à base de extrato solúvel de soja	Ômega-3, licopeno, fibras, AGMI, AGPI, flavonoides, isoflavona.
12:30	Almoço	Salmão Grelhado Arroz com Lentilha Caponata de berinjela, pimentão vermelho, cebola, alho e azeite. Salada de folhas verdes, brócolis e tomate. Melancia	Ômega-3, fibras, flavonoides, quercetina, licopeno.

16:00	Lanche	Sanduíche de pão integral com patê de ricota e castanha do Brasil. Bebida com água de coco, mamão, hortelã e chá verde.	Fibras, Omêga-3, licopeno, catequinas, flavonoides.
19:00	Jantar	Peito de frango com molho de azeitona. Macarrão integral com molho de tomate ao sugo e manjericão. Salada de soja com folhas verdes e azeite. Laranja Suco de uva tinto	Licopeno, flavonoides, isoflavona, ácido α-linolênico, AGMI e AGPI, catequinas e fibras.
21:30	Ceia	Bolo de farinha integral, maçã e nozes Chá de erva doce e framboesas.	Ácido α-linolênico, flavonoides, fibras, catequinas.

Fonte: Caballero-Córdoba (2017).

Sem medo de errar

Chegou a hora em que Selma e Sérgio estão respondendo as questões que precisam apresentar aos jogadores com o objetivo de sensibilizá-los para que adotem uma alimentação da qual façam parte os alimentos funcionais. Os dois estagiários iniciam seu trabalho e, assim, resolvem as prováveis dúvidas dos jogadores.

O que é alimento funcional?

O termo alimento funcional é utilizado para designar um determinado alimento, que além das suas funções nutricionais, também serve como substrato para a formação de novos tecidos e estruturas celulares, que por sua vez, possuem em sua composição química alguns princípios bioativos capazes de regular processos metabólicos, resultando na melhora do estado geral de saúde, promovendo bem estar dos sujeitos e auxiliando na prevenção de doenças crônico-degenerativas.

O alimento funcional pode ser oferecido na forma in natura e/ou em preparações culinárias que possam veicular um ou mais compostos classificados como nutrientes ou não nutrientes que atuem nos processos fisiológicos do homem, retardando o aparecimento de doenças, beneficiando a saúde e melhorando a qualidade de vida da população.

Quais são as justificativas para a utilização de alimentos funcionais na dieta de atletas?

Existe uma relação paradoxal entre o oxigênio, vital na respiração e imprescindível nas atividades de exercício aeróbico, e certas reações tóxicas e/ou prejudiciais que produzem espécies reativas do oxigênio (ERO) que atuam como poderosos oxidantes, possivelmente contribuindo para a aparição de processos de envelhecimento, doenças cardíacas, câncer, doenças degenerativas do sistema nervoso. Os processos orgânicos que protegem da síntese de ROS podem estar complementados pelo auxílio de substâncias contidas em alimentos, as quais podem reforçar a proteção contra as agressões oxidativas. Com o uso de alimentos funcionais ricos em vitamina E, C, carotenoides e polifenóis de origem vegetal, a dieta do atleta pode atuar como um fator antioxidante, diminuindo a produção de radicais livres, melhorando a recuperação muscular, retardando a fadiga e reforçando o sistema imune.

Quais são os nutrientes com função imunomoduladora e seus respectivos alimentos fontes?

Os nutrientes com função imunomoduladora são:

- Ácido alfa-linolênico, encontrado na soja, óleos de linhaça, amêndoa e nozes.
- Fibras solúveis e insolúveis, sendo alguns alimentos fontes os cereais integrais como aveia, cevada, centeio, farelo de trigo, frutas e hortaliças.
- Probióticos (*lactobacillus*), encontrados em iogurtes e leites fermentados.
- Catequinas, fornecidas pela ingestão de amoras, chá verde, cerejas, framboesas, uva roxa e vinho tinto.

Avançando na prática

Nutrição funcional no futebol

Descrição da situação-problema

Os estagiários Selma (Educação Física) e Sérgio (Nutrição) fazem um esforço comum para que seja adotada a nutrição funcional para os jogadores de futebol do time que Selma acompanha.

Uma vez mais eles têm a percepção de que trabalhar de forma multiprofissional é muito mais gratificante e eficaz na busca de soluções e em prol da saúde e do melhor desempenho dos atletas.

Novamente vão até a nutricionista que faz o acompanhamento nutricional da equipe e expõem as ideias que surgiram depois dos estudos realizados durante algumas semanas e também produtos das observações de campo que ambos fizeram no concernente a práticas alimentares dos atletas e o tipo de treinamento realizado.

Eles relatam para a profissional nutricionista que os atletas, de acordo com o questionário de frequência alimentar que aplicaram, não fazem uso de maçã, probióticos e cereais integrais. Selma pergunta para a nutricionista:

a. Por que devem ser incluídos os probióticos na dieta dos atletas?

b. Qual a importância de recomendar o consumo de maçã para os jogadores de futebol?

c. Podem ser oferecidos os alimentos funcionais sem nenhum tipo de restrição?

Resolução da situação-problema

A nutricionista responde as dúvidas dos dois estagiários e inicia falando da importância da inclusão dos probióticos na dieta dos atletas porque são microrganismo vivos cuja ingestão exerce um benefício para a saúde e atuam no sistema imunológico, melhorando a produção de células responsáveis pela defesa do organismo (eles têm função imunomoduladora).

Os probióticos se fixam aos enterócitos, o que permite inibir o crescimento de microrganismos patogênicos que causam problemas intestinais, melhoram a biodisponibilidade de alguns nutrientes e princípios bioativos como a isoflavona, além de reduzirem a intolerância à lactose.

A importância de recomendar o consumo de maçã para os jogadores de futebol é porque essa fruta contém um composto bioativo com atividade antioxidante que diminui as consequências do estresse oxidativo causado pela atividade física intermitente, de forma que melhorar a resistência e diminuir a percepção da fadiga. Por outro lado, a maçã é uma rica fonte de fibra solúvel, principalmente a pectina, que melhora o funcionamento intestinal, auxilia no controle do colesterol e da glicemia e também tem função imunomoduladora porque é uma fibra fermentável que

forma ácidos graxos de cadeia curta.

Os alimentos funcionais não podem ser oferecidos de forma irrestrita ou juntamente com a utilização de suplementos de vitaminas e minerais porque poderiam dar lugar à ingestão excessiva de algumas vitaminas com consequente risco de toxicidade, assim como também de forma direta ou por meio de alterações nas funções de outros micronutrientes a distintos níveis metabólicos pelo fato de interferirem na biodisponibilidade (nível de absorção, transporte, distribuição em tecidos, mecanismo de ação).

Não se deve esquecer que nenhuma ingestão em excesso é desejável porque determinados nutrientes têm uma faixa muito estreita entre o benefício e o dano.

O fato de os compostos bioativos se encontrarem de forma natural nos alimentos não é sinônimo de segurança, pois, quando são consumidos de forma isolada em quantidades muito elevadas, desequilibram as concentrações dos outros componentes da dieta. Por esse fato, é importante que seja considerado o método de avaliação de risco de níveis de ingestão segura.

Também cabe ressaltar que os riscos de toxicidade não são iguais para todos os jogadores, já que depende da situação fisiológica de cada indivíduo, da dose, do tempo de utilização e de prováveis interações com fármacos que o atleta possa estar utilizando.

Faça valer a pena

1. O exercício físico intenso ocasiona um desequilíbrio entre os agentes antioxidantes e a produção de radicais livres, fato que pode provocar danos celulares, lesões musculoesqueléticas e comprometer o desempenho dos atletas.

O sistema de defesa _____________ pode ser influenciado e regulado pela ingestão de nutrientes específicos, como os ____________, que diminuem os danos causados pelo estresse ____________ em atletas.

Selecione a alternativa com a sequência de palavras que preenche corretamente as lacunas:

a) Imunológico; prebióticos; oxidativo.
b) Antioxidante; flavonoides; oxidativo.
c) Antioxidantes; probióticos; oxidativo.
d) Antioxidantes; flavonoides; fisiológico.
e) Imunológico; prebióticos; psicológico.

2. Esportes intermitentes induzem um estado de estresse oxidativo que vem sendo tratado com alimentos funcionais que contêm substâncias bioativas, capazes de retardar e/ou inibir a oxidação de substratos energéticos oxidáveis. Coloque a letra V nas afirmativas verdadeiras e a letra F nas afirmativas falsas:

___ Os polifenóis têm demonstrado maior poder antioxidante que as vitaminas C e E.

___ A quercetina é um carotenoide com atividade antioxidante, além de ter ação anti-inflamatória e antialérgica.

___ Os flavonoides têm propriedades anti-inflamatórias, principalmente devido aos seus efeitos antioxidantes e à sua habilidade de atuar sobre mediadores da inflamação, como estrogênio e glucagon.

___ A atividade antioxidante das proantocianidinas é 50 vezes maior que as da vitamina E e 20 vezes maior que a vitamina C.

___ Em geral, as concentrações de flavonoides são aproximadamente 50% menores em alimentos processados quando comparados a alimentos frescos, e sua absorção é mais eficiente quando se encontram conjugados com a glicose.

Selecione a alternativa que apresenta a sequência correta sobre substâncias bioativas em alimentos funcionais:

a) V, F, F, V, V.
b) V, F, V, V, V.
c) V, F, F, V, F.
d) V, V, F, V, V.
e) V, V, V, F, F.

3. A nutrição esportiva como ciência se preocupa em manter um estado de homeostasia nas funções fisiológicas dos atletas para assegurar o bem-estar máximo e a saúde do indivíduo. Na dieta de um atleta, é recomendada a ingestão de fibras solúveis e insolúveis para o bom funcionamento intestinal porque:

I. As fibras solúveis aumentam a velocidade do trânsito intestinal, diminuem o tempo de esvaziamento gástrico, resultando em uma passagem gradual do alimento para o intestino delgado, com consequente diminuição na velocidade de absorção de glicose.

II. Têm sido recomendadas para evitar a constipação intestinal, particularmente as fibras insolúveis, como a pectina, que aumenta o peso fecal, reduzindo o tempo do trânsito intestinal.

III. As fibras solúveis auxiliam a aumentar o grau de saciedade e a reduzir a resistência à insulina.

IV. As fibras solúveis são fermentadas pela microbiota colônica, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato), que têm efeito trófico sobre a mucosa intestinal e melhoram a microcirculação no cólon.

Escolha a alternativa correta sobre a importância da ingestão de fibras solúveis e insolúveis para um atleta:

a) Somente as afirmações I e II estão corretas.

b) Somente as afirmações II e III estão corretas.

c) Somente as afirmações I, II e III estão corretas.

d) Somente as afirmações II, III e IV estão corretas.

e) Somente as afirmações I, III e IV estão corretas.

Referências

AOKI, M. S.; BACURAU, R. F. P. **Nutrição no esporte**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra: COB Cultural, 2012.

ALMEIDA, C. M.; BALMANT, B. D. Avaliação do hábito alimentar pré e pós-treino e uso de suplementos em praticantes de musculação de uma acadêmica no interior de São Paulo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 11, n. 62, p. 104-117, mar./abr. 2017.

ALMEIDA, E. J. N.; SIQUEIRA, R. C. L.; ALMEIDA, J. Z. Acompanhamento nutricional e exercícios físicos: alcance dos objetivos desejados. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 56, p. 195-204, mar./abr. 2016.

BRESSAN, J. et al. Impacto hormonal e inflamatório de diferentes composições de dietas: ênfase em padrões alimentares e fatores dietéticos específicos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia,**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 572-581, 2009.

CANDIDO, R. F. et al. Dieta elevada em carboidratos complexos minimiza necessidade de suplementação durante jogo-treino de rúgbi: foco no sistema imune. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 85-90, 2017.

CHEFFER, N. M.; BENETTI, F. A. Análise do consumo de suplementos alimentares e percepção corporal de praticantes de exercícios físicos em academia do município de Palmitinho, RS. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 58, p. 390-401, jul./ago. 2016.

CLARK, S. F. Tackling the effects of diet and exercise on the gut microbiota. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 456, p. 1136, June 2014.

DUGAS, J.R. et al. Evaluation of the total peroxyl radical – scavening capacity of flavonoids: strutucture activity relationship. **Journal of natural products**, Cincinnati, v. 63, p. 327-331, Mar. 2000.

FALCÃO, L. E. M. Saturação de creatina em indivíduos fisicamente ativos: técnica eficaz ou desnecessária? **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 57, p. 327-334, maio/jul. 2016.

DELDICQUE, L.; FRANCAUX, M. Functional food for exercise performance: fact or foe? **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 6, p. 774-781, 2008.

DERISSO, E. M. et al. Efeito da suplementação de bicarbonato de sódio em um teste ergométrico de esforço em homens recreacionalmente ativos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 8, n. 43, p. 4-9. jan./fev. 2014.

FARAH, B. C. et al. Avaliação da alimentação pré, durante e pós-treino de jovens nadadores. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 57, p. 319 326, maio/jun. 2016.

FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION (FDA). **Code of federal regulations**. Title 21: food and drugs, v.21, April 1, 2017. Subchapter B-Food for human consumption. Sec.101.89 Health claims: soy protein and risk of coronary heart disease.

FISCHBORN, S. C. A influência do tempo de ingestão da suplementação de whey protein em relação à atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 3, n. 14, p. 132-143, mar./abr. 2009.

FRANÇA, E. D. et al. Co-ingestão fracionada de bicarbonato de sódio e carboidrato aumenta a performance sem desconforto gastrintestinal. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 53, p. 437-446, set./out. 2015.

GERALDO, J. M.; ALFENAS, R. C. G. Papel da dieta na prevenção e no controle da inflamação crônica: evidências atuais. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 52, n. 6, p. 951-967, 2008.

GONÇALVES, L. S. et al. Avaliação do consumo dietético, índice glicêmico e carga glicêmica de jogadoras de futebol. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 54, p. 508-517, nov./dez. 2015.

HELOU, T.; VASQUEZ, D. G.; SUZUKI, V. Y. Influência da cafeína na lipólise e metabolismo da glicose durante uma aula de ciclismo indoor. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 7, n. 39, p. 185-191, maio/jun. 2013.

JOHANN, B. et al. Efeitos da suplementação de carboidratos sobre desempenho físico e metabólico em jogadores de futebol treinados e não treinados. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 54, p. 544-552, nov./dez. 2015.

KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**: energia, nutrição e desempenho humano. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

KIM, J. A. et al. Epigallocatechin gallate, a green tea polypenhol, mediates NO-dependent vasodilation using signaling pathway in vascular endotelium requering reative oxigen species and Fyn. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 18, p. 13.736 13.745, May 2007.

KOBOZIEV, I. et al. Role of the enteric microbiota in intestinal homeostasis and inflammation. **Free Radical and Medicine**, v. 68, p. 122-133, nov. 2014.

LEVY, M. et al. Uso de esteróides anabólicos sintéticos e adequação de zinco, magnésio e B6 em zma para redução de danos sobre a viabilidade espermática em fisiculturistas. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 54, p. 597-606, nov./dez. 2015.

LORENZETI, F. M. et al. **Nutrição e suplementação esportiva**: aspectos metabólicos, fitoterápicos e da nutrigenômica. São Paulo: Editora Phorte, 2015.

LOVATO, G.; VUADEN, F. C. Diferentes formas de suplementação de carboidratos e seus efeitos na performance de um atleta de ciclismo: estudo de caso. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 52, p. 355-360, jul./ago. 2015.

MANN, J.; TRUSWELL, A. S. **Nutrição humana**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MARTELLI, A. Eritropoetina: síntese e liberação fisiológica e o uso de sua forma recombinante no esporte. **Biologia & Saúde**, Campos de Goytacazes, v. 10, n. 3, p. 24-34, 2013.

MONZETIC, R. M. et al. Consumo alimentar próximo ao treinamento e avaliação antropométrica de participantes de musculação com excesso de peso em um clube de Santo André – SP. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 55, p. 31-42, jan./fev. 2016.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3 n. 2, p. 99-112. 2006.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP). **Your guide to lowering your cholesterol with TLC**: therapeutic lifestyle changes. U.S. Departament of Health and Human Services. NIH Publication Nº 06-5235, December 2005.

OLIVEIRA, L. M.; AZEVEDO, M. O.; CARDOSO, C. K. S. Efeitos da suplementação de creatina sobre a composição corporal de praticantes de exercícios físicos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 11, n. 61, p. 10-15, jan./fev. 2017.

PASCHOAL, V.; NAVES, A.; FONSECA, A. B. B. L. **Nutrição clínica funcional**: dos princípios à prática clínica. São Paulo: Valeria Paschoal Editora Ltda, 2007.

PEREIRA, L. P. Utilização de recursos ergogênicos nutricionais e/ou farmacológicos em uma academia da cidade de Barra do Piraí, RJ. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 58-64, jan./fev. 2014.

PETRY, E. R. et al. Suplementações nutricionais e estresse oxidativo: implicações na atividade física e no esporte. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis, v. 35, n. 4, p. 1071-1092, out./dez. 2013.

PEZZI, F.; SCHNEIDER, C. D. Ingestão energética e de macronutrientes em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 4, n. 22, p. 324-326, jul./ago. 2010.

REIS, E. L. et al. Utilização de recursos ergogênicos e suplementos alimentares por praticantes de musculação em academias. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 11, n. 62, p. 219-231, mar./abr. 2017.

RICCI, J. C.; LIBERALI, R.; NAVARRO, A. C. Delineamento glicêmico para verificação da captação glicêmica após diferentes treinamentos de força: força máxima versus resistência. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 59, p. 587 593, set./out. 2016.

SANTOS, D.; SILVEIRA, J. Q.; CESAR, T. B. Nutritional intake and overall diet quality of female soccer players before the competition period. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 555-565, jul./ago. 2016.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campinas, v. 21, n. 1/2, p. 7-19, 1999.

SILVA, A. L.; MAIRANDA, G. D. F.; LIBERALI, R. A influência dos carboidratos antes, durante e após-treinos de alta intensidade. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 211-224, jul./ago., 2008.

SIMÕES, K. et al. Ação do licopeno nos músculos esquelético e cardíaco sob estresse oxidativo por exercícios. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** São Paulo, v. 20, n. 2, p. 105-109. mar./abr. 2014.

STRINGHETA, P.C. et al. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, n. 2, abr./jun. 2007.

TAKACS, B.O. et al. Avaliação do consumo de alimentos antioxidantes em atletas de handebol. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9, n. 53, p. 491-497, set./out. 2015.